

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CRISTINA PEITZ DE LIMA

ESTUDO FITOQUÍMICO, BROMATOLÓGICO E DAS PROPRIEDADES
BIOLÓGICAS DE FRUTOS DE *Euterpe edulis* MARTIUS (ARECACEAE)

CURITIBA

2012

CRISTINA PEITZ DE LIMA

ESTUDO FITOQUÍMICO, BROMATOLÓGICO E DAS PROPRIEDADES
BIOLÓGICAS DE FRUTOS DE *Euterpe edulis* MARTIUS (ARECACEAE)

Tese apresentada como requisito parcial de Doutor
em Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós-
graduação em Ciências Farmacêuticas, Setor de
Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Marilis Dallarmi Miguel

Co-orientador: Prof. Dr. Obdulio Gomes Miguel

CURITIBA

2012

Lima, Cristina Peitz de

Estudo fitoquímico, bromatológico e das propriedades biológicas de Frutos de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) / Cristina Peitz de Lima – Curitiba, 2012.
xxviii, 213 f.: il.; 30 cm.

Orientadora: Professora Dra. Marílis Dallarmi Miguel

Coorientador: Professor Dr. Obdulio Gomes Miguel

Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Setor de Ciências da Saúde Universidade Federal do Paraná, 2012.

Inclui bibliografia

1. *Euterpe edulis*. 2. Antioxidante. 3. Compostos fenólicos. 4. Ácidos graxos. 5. Atividade antimicrobiana. 6. Alelopatia. I. Miguel, Marílis Dallarmi. II. Miguel, Obdulio Gomes. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 615.32


TERMO DE APROVAÇÃO


CRISTINA PEITZ DE LIMA

Título: **ESTUDO FITOQUÍMICO, BROMATOLÓGICO E DAS PROPRIEDADES BIOLÓGICAS DE FRUTOS DE EUTERPE EDULIS MARTIUS (ARECACEAE)**

Tese aprovada como requisito parcial para a obtenção de grau de Doutor, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, da Universidade Federal do Paraná, área de concentração: Insumos, Medicamentos e Correlatos.


Prof.ª Dr.ª Marlis Dallarmi Miguel
(Orientadora)


Prof.ª Dr.ª Eliane Carneiro Gomes
(Universidade Federal do Paraná)


Prof.ª Dr.ª Ana Luisa Lacava Lordello
(Universidade Federal do Paraná)


Prof.ª Dr.ª Miriam Machado-Cunico
(Faculdade Anchieta)


Prof.ª Dr.ª Jane Manfron Budel
(Universidade Estadual de Ponta Grossa)

Curitiba, 11 de setembro de 2012.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da UFPR pela oportunidade de realizar o doutorado.

À CAPES e Fundação Araucária.

À professora Dr^a Marilis Dallarmi Miguel pela orientação no presente trabalho de doutorado

Ao prof. Dr. Obdulio Gomes Miguel pela co-orientação e apoio.

A Andrey Pabst da empresa Aicon alimentos pelo fornecimento do material vegetal.

À prof^a Wanda Moscalewsky e a funcionária Geni Peruzzo pelo auxílio nos testes de atividade antibacteriana (Laboratório de Controle de Qualidade II do Departamento de Farmácia UFPR).

Às professoras: Maria Eugenia Balbi Tristão, Lys Mary Bileski Candido, Eliane Carneiro Gomes e Josiane Dias Gaspari.

Aos meus amigos doutorandos: Cristina Mayumi, Beatriz Hirota, Milena Kalegari, Maria Cristina Verdan, Cristiane de Paula e Ranieri Campos.

A amiga doutoranda Cristiane Bezerra pelo auxílio nas atividades antioxidantes e alelopáticas.

As amigas Andressa Philippsen, Roberta Rafaela Trevisan, Vanessa Cristina Dias Canteli, Camila Mercali, Patrícia Nunes, Fernanda Smolarek e Miriam Machado Cunico.

As alunas de iniciação científica Suellen Friedrich e Adriana Pesci.

A amiga Maria da Graça da Central Analítica pela disponibilidade em auxiliar com as medidas de Espectrofotometria.

Em especial:

À minha família

Ao meu marido Arildo Bandeira de Lima e a minha irmã Camila Peitz por todo o incentivo e ajuda nas atividades.

Ao meu pai João Peitz e a minha mãe Clemilda Peitz responsáveis pela minha educação, que me permitiu chegar até aqui.

Ao meu filho Bruno Henrique que participou das atividades do doutorado enquanto eu estava grávida.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xii
LISTA DE TABELAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xxiii
RESUMO	xxvii
ABSTRACT	xxviii
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 OBJETIVO GERAL	04
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	04
2 REVISÃO DE LITERATURA	05
2.1 FLORESTA ATLÂNTICA	05
2.2 ASPECTOS GERAIS SOBRE A FAMÍLIA ARECACEAE	10
2.3 ASPECTOS GERAIS SOBRE O GÊNERO <i>Euterpe</i>	11
2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS	12
2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	18
2.5.1 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	19
2.6 ENQUADRAMENTO TAXONÔMICO.....	21
2.7. USOS DA PALMEIRA <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	21
2.8. PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE PALMITO NO BRASIL	22
2.9 ALELOPATIA	23
2.9.1 CONCEITO E IMPORTÂNCIA	23
2.9.2 AGENTES ALELOPÁTICOS	24

2.10 RADICAIS LIVRES	28
2.11 ANTIOXIDANTES	31
2.11.1 ANTIOXIDANTES ENZIMÁTICOS	31
2.11.2 ANTIOXIDANTES NÃO ENZIMÁTICOS	32
2.11.3 COMPOSTOS FENÓLICOS COMO ANTIOXIDANTES	33
3 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1 MATERIAL VEGETAL	36
3.2 PRODUÇÃO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	38
3.3 PREPARO DO EXTRATO ETANÓLICO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	38
3.4 EXTRAÇÃO DO ÓLEO FIXO DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	39
3.5. PREPARO DO EXTRATO ETANÓLICO DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	39
3.6 SEPARAÇÃO LÍQUIDO – LÍQUIDO DOS EXTRATOS ETANÓLICOS ..	40
3.7 ESTUDO FITOQUÍMICO	40
3.7.1 PESQUISA DE ÓLEO VOLÁTIL	40
3.7.2 PESQUISA DOS PRINCIPAIS GRUPOS QUÍMICOS	41
3.7.2.1 EXTRATO AQUOSO A 20%	41
3.7.2.2 EXTRATO ALCOÓLICO A 20%	42
3.7.3 CROMATOGRAFIA GASOSA	43
3.7.4 DOSEAMENTO DO CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS....	44
3.7.4.1 PREPARO DA CURVA ANALÍTICA	44
3.7.4.2 PREPARO DA AMOSTRA	44

3.7.5 FLAVONOIDES TOTAIS	45
3.7.6. DOSEAMENTO DE PROANTOCIANIDINAS	45
3.7.6.1 PREPARO DA CURVA ANALÍTICA	45
3.8 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	47
3.8.1 ANÁLISE QUALITATIVA DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO DPPH (2,2-DIFENIL-1-PICRIL-HIDRAZILA).....	47
3.8.2. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO 2,2-DIFENIL-1-PICRIL-HIDRAZILA (DPPH)	47
3.8.3. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE REDUÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNICO	48
3.8.4 DETERMINAÇÃO DO PODER REDUTOR	49
3.8.5 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO TIOCIANATO FÉRRICO	50
3.8.6 AVALIAÇÃO DO PODER SEQUESTRADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO	50
3.8.7 MÉTODO DA REAÇÃO DE FENTON (DEGRADAÇÃO DA DESOXIRRIBOSE)	51
3.9 COMPARAÇÃO DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	52
3.9.1 QUANTIFICAÇÃO DAS ANTOCIANINAS DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	52
3.9.2 PERFIL CROMATOGRÁFICO DAS ANTOCIANINAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	54
3.9.3 QUANTIFICAÇÃO DOS FENÓIS, PROANTOCIANIDINAS E FLAVONÓIDES DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	55

3.9.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	55
3.9.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	55
3.10 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ALELOPÁTICA	56
3.10.1 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX	56
3.10.2 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI	58
3.10.3 ANÁLISE ENZIMÁTICA DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	59
3.10.3.1 ATIVIDADE DA SUPERÓXIDO DISMUTASE (SOD)	60
3.10.3.2 ATIVIDADE DA PEROXIDASE (POD)	60
3.10.3.3 ATIVIDADE DA CATALASE (CAT)	60
3.10.3.4 ATIVIDADE DA ASCORBATO PEROXIDASE (APX)	61
3.10.3.5 ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE (PPO)	61
3.10.3.4 ATIVIDADE DA α -AMILASE	61
3.10.4 ANÁLISE DE PROTEÍNAS TOTAIS DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	62
3.10.5 TEOR DE CLOROFILA DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS A AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	62
3.10.6 TESTE DA RESPIRAÇÃO DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	63
3.10.7 ÍNDICE MITÓTICO DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES	

DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	64
3.10.8 MÉTODO DO SANDUÍCHE	65
3.11 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA	67
3.11.1. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA PELO MÉTODO DA DIFUSÃO EM GEL	67
3.11.1.1 PREPARO DO INÓCULO	67
3.11.1.2 TESTE DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA.....	68
3.11.2. AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MINIMA	68
3.11.2.1. PREPARO DO INÓCULO	69
3.11.2.2. PREPARO DAS AMOSTRAS	69
3.11.2.3. TESTE DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA	69
3.11.3 BIOAUTOGRAFIA	70
3.11.3.1. PREPARO DO INÓCULO.....	70
3.11.3.2. PREPARO DAS AMOSTRAS	70
3.11.3.3. PREPARO E INOCULAÇÃO DO MEIO	71
3.12. SEPARAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS COM ATIVIDADE ANTIMICROBIANA NO TESTE DA BIOAUTOGRAFIA	71
3.13 AVALIAÇÃO BROMATOLÓGICA DA POLPA	72
3.13.1. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS TOTAIS	72
3. 13.2. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS EM °BRIX	72
3.13.3. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE PROTEÍNA	72
3.13.4. DETERMINAÇÃO DAS FIBRAS TOTAIS	73
3.13.5. DETERMINAÇÃO DOS CARBOIDRATOS	73
3.13.6. DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS	73

3.13.7. DETERMINAÇÃO DE CINZAS	73
3.13. 8. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO MINERAL	74
3.13.9 AVALIAÇÃO DE VITAMINAS	74
3.14 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE CITOTÓXICA SOBRE <i>Artemia salina</i> Leach	75
3.14.1PREPARO DA SOLUÇÃO SALINA	75
3.14.2 ECLOSÃO DOS OVOS	75
3.14.3 PREPARO DAS AMOSTRAS	76
3.14.4 AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE	76
3.15 ATIVIDADE HEMOLÍTICA	77
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
4.1. ESTUDO FITOQUÍMICO	78
4.1.1. PESQUISA DE ÓLEO VOLÁTIL	78
4.1.2. PESQUISA DOS PRINCIPAIS GRUPOS QUÍMICOS	78
4.1.2.1. EXTRATO AQUOSO A 20%	78
4.1.2.2. EXTRATO ALCOÓLICO A 20%.....	79
4.1.3 CROMATOGRAFIA GASOSA	80
4.1.4 DOSEAMENTO DO CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS ...	91
4.1.4.1 PREPARO DAS CURVAS ANALÍTICAS	91
4.1.4.2. COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS	91
4.1.5 DOSEAMENTO DAS PROANTOCIANIDINAS	94
4.1.5.1 PREPARO DA CURVA ANALÍTICA	94
4.1.5.2 CONTEÚDO DE PROANTOCIANIDINAS.....	94

4.1.6 DETERMINAÇÃO DOS FLAVONÓIDES TOTAIS	95
4.2 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	96
4.2.1 ANÁLISE QUALITATIVA DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO DPPH (2,2-DIFENIL-1-PICRIL-HIDRAZILA)	96
4.2.2 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO 2,2-DIFENIL-1-PICRIL-HIDRAZILA (DPPH)	98
4.2.3. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELA REDUÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNICO.....	100
4.2.4 DETERMINAÇÃO DO PODER REDUTOR.....	102
4.2.5 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO TIOCIANATO FÉRRICO.....	103
4.2.6 AVALIAÇÃO DO PODER SEQUESTRADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO.....	104
4.2.7 MÉTODO DA REAÇÃO DE FENTON (DEGRADAÇÃO DA DESOXIRRIBOSE).....	105
4.3 COMPARAÇÃO DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	109
4.3.1 QUANTIFICAÇÃO DAS ANTOCIANINAS DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	109
4.3.2 PERFIL CROMATOGRÁFICO DAS ANTOCIANINAS DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	111
4.3.3 AVALIAÇÃO DE FENÓIS, PROANTOCIANIDINAS E FLAVONÓIDES DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ).....	114
4.3.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE	

POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ).....	118
4.3.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	119
4.4 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ALELOPÁTICA.....	125
4.4.1 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX.....	125
4.4.2 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI.....	136
4.4.3 ANÁLISE ENZIMÁTICA DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	153
4.4.4 ANÁLISE DE PROTEÍNAS TOTAIS DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	166
4.4.5 TEOR DE CLOROFILA DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS A AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	168
4.4.6 TESTE DA RESPIRAÇÃO DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	170
4.4.7 ÍNDICE MITÓTICO DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	172
4.4.8 MÉTODO DO SANDUÍCHE.....	174
4.5 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA.....	179
4.5.1 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA PELO MÉTODO DA DIFUSÃO EM GEL.....	179
4.5.2. AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MINIMA.....	180
4.5.3. BIOAUTOGRAFIA.....	180
4.6. AVALIAÇÃO BROMATOLÓGICA DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	184

4.6.1. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS TOTAIS.....	184
4.6.2. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS EM °BRIX	184
4.6.3 DETERMINAÇÃO DOS CARBOIDRATOS.....	184
4.6.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE PROTEÍNAS.....	184
4.6.5 DETERMINAÇÃO DAS FIBRAS TOTAIS.....	185
4.6.6 DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS.....	185
4.6.7. DETERMINAÇÃO DE CINZAS.....	186
4.6.8. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO MINERAL.....	187
4.6.9 AVALIAÇÃO DE VITAMINAS.....	188
4.7 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE CITOTÓXICA SOBRE <i>Artemia salina</i> Leach	189
4.8 ATIVIDADE HEMOLÍTICA.....	190
5 CONCLUSÃO	191
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	194
REFERÊNCIAS	195
GLOSSÁRIO	214

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- MAPA DA FLORESTA ATLÂNTICA.....	06
FIGURA 2 - GLOBO TERRESTRE MOSTRANDO EM VERMELHO ALGUNS DOS PRINCIPAIS “HOTSPOTS” NO PLANETA	09
FIGURA 3 - PALMEIRA <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	12
FIGURA 4 – FRUTOS DA PALMEIRA <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	13
FIGURA 5 – PALMEIRA <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	19
FIGURA 6 – FRUTOS DA PALMEIRA <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	20
FIGURA 7 – PRINCIPAIS PADRÕES QUÍMICOS UTILIZADOS EM ENSAIOS ANTIOXIDANTES <i>IN VITRO</i>	35
FIGURA 8 – FRUTOS DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	36
FIGURA 9 – PALMEIRA <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS COM FRUTOS, EM ÁREA DE CULTIVO, GARUVA, SC.....	37
FIGURA 10 – FRUTOS DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	37
FIGURA 11 - ESQUEMA PARA PRODUÇÃO DA POLPA DO FRUTO DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	38
FIGURA 12 – EXTRAÇÃO DAS SEMENTES EM SOXHLET	39
FIGURA 13 – PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. APÓS 7 DIAS DE GERMINAÇÃO	57
FIGURA 14 – SEMENTES DE <i>Ipomoea hederifolia</i> L. DISTRIBUÍDAS NO ÁGAR CONTENDO SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS MOIDAS.....	65
FIGURA 15 – CONTROLE DE SEMENTES DE <i>Ipomoea hederifolia</i> L. DISTRIBUÍDAS NO ÁGAR	66

FIGURA 16 – MEDIÇÃO DE <i>Ipomoea hederifolia</i> L. APÓS 7 DIAS DE CRESCIMENTO.....	66
FIGURA 17- PERCENTUAL DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS E INSATURADOS DA FRAÇÃO HEXANO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	81
FIGURA 18- PERCENTUAL DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS E INSATURADOS DA FRAÇÃO CLOROFÓRMIO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	83
FIGURA 19- PERCENTUAL DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS E INSATURADOS DO ÓLEO FIXO DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	86
FIGURA 20- PERCENTUAL DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS E INSATURADOS DO FRAÇÃO HEXANO DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	88
FIGURA 21 – CCD DO EXTRATO E DAS FRAÇÕES DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS NEBULIZADAS COM DPPH, APÓS 30 MIN....	97
FIGURA 22 – CCD DO EXTRATO E DAS FRAÇÕES DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS NEBULIZADAS COM DPPH, APÓS 30 MIN.	97
FIGURA 23 – PODER REDUTOR EM RELAÇÃO AO ÁCIDO ASCÓRBICO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	102
FIGURA 24 – PERCENTUAL DE INIBIÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	103
FIGURA 25 – PERCENTUAL DE SEQÜESTRO DE H ₂ O ₂ DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	104
FIGURA 26 – PERCENTUAL DE INIBIÇÃO DA DEGRADAÇÃO DA DESOXIRRIBOSE DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	106
FIGURA 27– PERFIL CROMATOGRÁFICO DAS ANTOCIANINAS POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	111

FIGURA 28- PERFIL CROMATOGRÁFICO DAS ANTOCIANINAS POLPA DE AÇAÍ 1	111
FIGURA 29 – ESPECTRO DE ABSORÇÃO NO UV DAS ANTOCIANINAS 1 e 2 PRESENTES NA POLPA DE AÇAÍ 1 (<i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS)	112
FIGURA 30 – INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. PROMOVIDO PELA FRAÇÃO REMANESCENTE DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	125
FIGURA 31 – INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. PROMOVIDO PELA FRAÇÃO CLOROFÓRMIO E REMANESCENTE DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	129
FIGURA 32 – PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS A AÇÃO DO EXTRATO ETANÓLICO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS, NAS CONCENTRAÇÕES DE 250, 500 e 1000 mg/L.....	136
FIGURA 33 – INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. PROMOVIDO PELOS EXTRATOS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	139
FIGURA 34 – INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. PROMOVIDO PELOS EXTRATOS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	142
FIGURA 35 – PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS À AÇÃO DA FRAÇÃO CLOROFÓRMIO DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS, NAS CONCENTRAÇÕES DE 250, 500, 1000 mg/L.....	143
FIGURA 36- ATIVIDADE DA SUPERÓXIDO DISMUTASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.	152
FIGURA 37- ATIVIDADE DA SUPERÓXIDO DISMUTASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.	153
FIGURA 38- ATIVIDADE DA PEROXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE	

PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.....	154
FIGURA 39- ATIVIDADE DA PEROXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.	155
FIGURA 40- ATIVIDADE DA CATALASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.....	156
FIGURA 41- ATIVIDADE DA CATALASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.	157
FIGURA 42- ATIVIDADE DA ASCORBATO PEROXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.	158
FIGURA 43- ATIVIDADE DA ASCORBATO PEROXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> . L.	159
FIGURA 44- ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.....	160
FIGURA 45- ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.	161
FIGURA 46- ATIVIDADE DA α -AMILASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.	162
FIGURA 47- ATIVIDADE DA α -AMILASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE	

PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.	163
FIGURA 48- TEOR DE PROTEÍNAS TOTAIS, EM PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS AO EXTRATO ETANÓLICO E AS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE E DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	164
FIGURA 49- TEOR DE PROTEÍNAS TOTAIS, EM PLÂNTULAS <i>Lactuca sativa</i> SUBMETIDAS AO EXTRATO ETANÓLICO E AS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	165
FIGURA 50- TEOR DE CLOROFILA EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.	166
FIGURA 51- TEOR DE CLOROFILA EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.	167
FIGURA 52- ATIVIDADE RESPIRATÓRIA EM RAÍZES EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.	168
FIGURA 53- ATIVIDADE RESPIRATÓRIA EM RAÍZES EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L..	169
FIGURA 54- ÍNDICE MITÓTICO EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L..	170
FIGURA 55 - ÍNDICE MITÓTICO EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L.....	171
FIGURA 56 – INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO PELO MÉTODO DO SANDUÍCHE DE PLÂNTULAS DE <i>Ipomoea hederifolia</i> L. PROMOVIDO PELO MATERIAL VEGETAL DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	173

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DO “HOTSPOT” FLORESTA ATLÂNTICA	08
TABELA 2 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM ÁCIDOS GRAXOS DO PERICARPO DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	15
TABELA 3 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM ÁCIDOS GRAXOS DO ENDOCARCARPO DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ).....	15
TABELA 4 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM ÁCIDOS GRAXOS DOS FRUTOS ÍNTEGROS DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	15
TABELA 5 - ENQUADRAMENTO TAXONÔMICO	21
TABELA 6 - CURVA ANALÍTICA DE PROANTOCIANIDINAS	46
TABELA 7 – SISTEMA GRADIENTE EMPREGADO NA CLAE	54
TABELA 8 - RESULTADOS DA ANÁLISE FITOQUÍMICA DO EXTRATO AQUOSO	78
TABELA 9- RESULTADOS DA ANÁLISE FITOQUÍMICA DO EXTRATO ALCOÓLICO.....	79
TABELA 10- COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS OBTIDOS NA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DA FRAÇÃO HEXANO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	80
TABELA 11- COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS OBTIDOS NA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DA FRAÇÃO CLOROFÓRMIO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	82
TABELA 12- COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS OBTIDOS NA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DO ÓLEO FIXO DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	85
TABELA 13- COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS OBTIDOS NA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DA FRAÇÃO HEXANO DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	87
TABELA 14– COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DO FRUTO DE <i>Euterpe edulis</i>	

MARTIUS EXPRESSOS EM CATEQUINA.....	92
TABELA 15– COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DO FRUTO DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS EXPRESSOS EM ÁCIDO GÁLICO	93
TABELA 16 – CONTEÚDO PROANTOCIANIDINAS DOS EXTRATOS DA POLPA	94
TABELA 17 – CONTEÚDO DE FLAVONÓIDES DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DO FRUTO DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS EXPRESSOS EM QUERCETINA	95
TABELA 18 – EQUAÇÕES DAS RETAS E VALORES DE EC ₅₀ DOS PADRÕES E DOS EXTRATOS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS, NA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO DPPH	98
TABELA 19 – EQUAÇÕES DAS RETAS E EC ₅₀ DOS EXTRATOS DA SEMENTE DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS NA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO DPPH	99
TABELA 20 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA % DO EXTRATO E DAS FRAÇÕES DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS EM RELAÇÃO AOS PADRÕES ÁCIDO ASCÓRBICO E RUTINA, PELA REDUÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNICO.	100
TABELA 21 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA % DO EXTRATO E DAS FRAÇÕES DA SEMENTE DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS EM RELAÇÃO AOS PADRÕES ÁCIDO ASCÓRBICO E RUTINA, PELA FORMAÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNICO.....	103
TABELA 22 – TEOR DE ANTOCIANINAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ), PELO MÉTODO DE LEES & FRANCIS (1972)	109
TABELA 23 – TEOR DE ANTOCIANINAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ), PELO MÉTODO DA AHP (2002)	110
TABELA 24- TEMPO DE RETENÇÃO E ABSORBÂNCIAS MAX. E MIN. DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	113

TABELA 25 – CONTEÚDO DE FENÓLICOS EXPRESSOS EM CATEQUINA DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ).....	114
TABELA 26 – CONTEÚDO DE FENÓLICOS EXPRESSOS EM ÁCIDO GÁLICO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	115
TABELA 27 – CONTEÚDO DE PROANTOCIANIDINAS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	116
TABELA 28 – CONTEÚDO DE FLAVONÓIDES TOTAIS EXPRESSOS EM QUERCETINA DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	117
TABELA 29 – TEOR DE SÓLIDOS DAS POLPAS DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	118
TABELA 30- VALORES DE EC ₅₀ DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	119
TABELA 31 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA % EM RELAÇÃO AO ÁCIDO ASCÓRBICO PELA REDUÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNICO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	120
TABELA 32 – PODER REDUTOR EM RELAÇÃO AO ÁCIDO ASCÓRBICO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	121
TABELA 33 – PERCENTUAL DE INIBIÇÃO DA PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	122
TABELA 34 – PERCENTUAL DE SEQUESTRO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	123
TABELA 35 - PERCENTUAL DE INIBIÇÃO DA DEGRADAÇÃO DA DESOXIRRIBOSE DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE <i>Euterpe oleracea</i> MARTIUS (AÇAÍ)	124

TABELA 36 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DAS RADÍCULAS DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca Sativa</i> L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	126
TABELA 37 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DAS HIPOCÓTILOS DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca Sativa</i> L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	127
TABELA 38 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DAS RADÍCULAS DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca Sativa</i> L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	130
TABELA 39 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DOS HIPOCÓTILOS DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca Sativa</i> L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	131
TABELA 40 – AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS EM CAIXA GERBOX	133
TABELA 41 – AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS A POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	134
TABELA 42 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS À DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	135
TABELA 43- AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DAS RADICULAS DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	137
TABELA 44 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DOS HIPOCÓTILOS DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	138

TABELA 45- AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DAS RADICULAS DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	145
TABELA 46- AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DOS HIPOCÓTILOS DE PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	146
TABELA 47 – AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE <i>Lactuca sativa</i> L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS EM PLACAS DE PETRI ...	148
TABELA 48 - AVALIAÇÃO DA MASSA SECA DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. OBTIDAS DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DAS FRAÇÕES PROVENIENTES DO EXTRATO ETANÓLICO DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	149
TABELA 49 – AVALIAÇÃO DA MASSA SECA DAS PLÂNTULAS DE <i>Lactuca sativa</i> L. OBTIDAS DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DAS FRAÇÕES PROVENIENTES DO EXTRATO ETANÓLICO DAS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	150
TABELA 50 – AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) DAS SEMENTES DE <i>Ipomoea hederifolia</i> L. SUBMETIDOS À POLPA E AS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	172
TABELA 51- AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE <i>Ipomoea hederifolia</i> L. PELO MÉTODO DO SANDUÍCHE UTILIZANDO A POLPA <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	174
TABELA 52 - AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE <i>Ipomoea hederifolia</i> L. PELO MÉTODO DO SANDUÍCHE UTILIZANDO AS SEMENTES DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	175
TABELA 53 – HALOS DE INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO BACTERIANO OBTIDOS PELOS EXTRATOS DA POLPA DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	177
TABELA 54- RELAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS OBTIDOS NA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DAS SUBTÂNCIAS PRESENTES NO RF 0,78 E NA FRAÇÃO HEXANO DA POLPA DE	

<i>Euterpe edulis</i> MARTIUS.....	179
TABELA 55 – COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS PRESENTES NA POLPA DO FRUTO DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	184
TABELA 56 – COMPOSIÇÃO MINERAL DA POLPA DO FRUTO DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	185
TABELA 57 – CONTEÚDO VITAMÍNICO DA POLPA DO FRUTO DE <i>Euterpe edulis</i> MARTIUS	186
TABELA 58 – HALOS DOS CONTROLES DE HEMÓLISE EM PLACA	188

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AA%	Porcentagem de Atividade Antioxidante
ABAP	2,2'-azo-bis-(2- aminopropano)
Abs	Absorbância
AHP	American Herbal Pharmacopoeia
ANOVA	Análise de variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
APX	Ascorbato peroxidase
ATCC	American Type Culture Collection
BHT	3,5-di- <i>terc</i> -butil-4-hidroxi-tolueno
BSA	Albumina sérica bovina
CAT	Catalase
CCD	Cromatografia de Camada Delgada
CG	Cromatografia Gasosa
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
CL ₅₀	Concentração média letal
COX-2	Ciclooxigenase - 2
DAP	Diâmetro à altura do peito
DMSO	Dimetilsulfóxido
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazila
DTNB	Ácido 2-dinitrobenzóico
EB	Extrato bruto etanólico
EC ₅₀	Quantidade de antioxidante necessária para reduzir em 50% a concentração inicial de DPPH
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
ERMO	Espécies reativas do metabolismo do oxigênio
FAcOEt	Fração acetato de etila
FAD	Flavina adenina dinucleotídeo

FC	Fração clorofórmio
FDA	Food Drug Administration
FeCl ₃	Cloreto férrico
FH	Fração hexano
FMN	Flavina mononucleotídeo
FR	Fração remanescente
GPx	Glutathione peroxidase
GR	Glutathione reductase
GSH	Glutathione reduzida
GSSG	Dissulfeto da glutathione
HO ₂ [•]	Radical hidroperoxila
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
HOCl	Ácido hipocloroso
IVG	Índice de Velocidade de Germinação
kcal	Quilocaloria
km ²	Quilômetro quadrado
L.	L.
LH	Ácido graxo insaturado
L [•]	Radical lipídico
LOOH	Hidroperóxido lipídico
LOO [•]	Radical peroxila
LPO	Peroxidação lipídica
MARTIUS	MARTIUS
MDA	Malondialdeído
MES	Ácido 2-morfolinoetanosulfônico
MF	Massa fresca
mg	Miligrama
MIC	Minimum inhibitory concentration
min.	Minutos
mm	Milímetros

nm	Nanômetros
N	Normal
NADPH	Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato
O ₂	Oxigênio
¹ O ₂	Oxigênio singlete
O ₂ ⁻	Radical superóxido
OH ⁻	Hidroxila
OH [•]	Radical hidroxil
ONOO ⁻	peroxinitrito
POD	Peroxidase
pH	Potencial hidrogeniônico
PPO	Polifenoloxidase
PUFAs	Ácidos graxos poliinsaturados
p/v	Peso/ volume
R	Coeficiente de correlação
rpm	Rotações por minuto
RS [•]	Radical tiíla
SDS	Dodecil sulfato de sódio
SD	Desvio padrão
-SH	Grupamento tiol
SOD	Superóxido dismutase
t	Tonelada
TBA	Ácido tiobarbitúrico
TTC	Cloridrato de Trifenil Tetrazólio
UAE	Unidade de atividade enzimática
UFC	Unidades Formadoras de Colônia
UV	Ultravioleta
W	Watts
%VD	Percentual do Valor diário de referência
v/v	Volume/volume

ω	Ômega
μg	Microgramas
μL	Microlitros

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os constituintes químicos, o perfil bromatológico e as propriedades biológicas dos frutos da espécie nativa da Floresta Atlântica, *Euterpe edulis* Martius, Arecaceae, conhecida popularmente como palmeira Juçara. A polpa e as sementes obtidas foram extraídas com etanol e submetidas ao processo de partição com os solventes de polaridade crescente. Nas frações lipídicas, os ácidos graxos foram avaliados por meio de cromatografia gasosa. Foram detectados os ácidos palmítico, oléico e linoleico como os principais constituintes graxos da polpa e das sementes. Os extratos etanólicos, as frações AcOEt tanto da polpa quanto das sementes, e as frações remanescente da polpa e clorofórmio das sementes apresentaram elevado conteúdo de compostos fenólicos. De uma forma geral, nos ensaios antioxidantes pelos métodos de redução do DPPH e do complexo fosmolibdênico e do poder sequestrador de peróxido de hidrogênio, as frações com maiores conteúdos de compostos fenólicos obtiveram resultados mais expressivos. Na concentração de 1000 µg/mL as frações AcOEt e remanescente da polpa sequestraram peróxido de hidrogênio em $49,68 \pm 7,24\%$ e $80,22 \pm 9,42\%$ respectivamente e o extrato etanólico das sementes obteve o valor de $56,26 \pm 1,91\%$, sendo estes resultados superiores ao padrão ácido ascórbico na mesma concentração com $30,38 \pm 4,62\%$. No ensaio de inibição da peroxidação lipídica todos os extratos na concentração de 1000 µg/mL foram estatisticamente iguais ao controle BHT e superiores ao ácido ascórbico na mesma concentração. Na inibição da degradação da desoxirribose na concentração de 1000 µg/mL o extrato etanólico e as frações AcOEt e remanescente da polpa obtiveram respectivamente os valores de $81,94 \pm 1,46$, $78,27 \pm 1,96$ e $88,29 \pm 2,09\%$. As frações AcOEt e remanescente da semente inibiram em $78,27 \pm 1,93$ e $91,09 \pm 3,64\%$. Em relação às polpas industrializadas, ficou constatado que a polpa de *E. edulis* tem a mesma ou maior capacidade antioxidante que as polpas de açaí (*Euterpe oleracea* MARTIUS) analisadas, devido ao maior conteúdo de antocianinas, fenóis e proantocianidinas. Na avaliação bromatológica da polpa foi verificado o predomínio de ácidos graxos monoinsaturados, e que a quantidade de manganês é expressiva dentro dos valores diários de referência, chegando a 48,69% em uma porção de 100 g de polpa. O óleo com elevado teor de ácido palmítico e ácidos graxos saturados demonstrou inibição do crescimento bacteriano de *S. aureus* e *P. aeruginosa*. Nos ensaios alelopáticos os extratos e frações da polpa e das sementes, afetaram o desenvolvimento de plântulas de *Lactuca sativa* L. inibindo a germinação e o crescimento, devido ao estímulo a produção de espécies reativas de oxigênio, aumento da quantidade de proteínas, diminuição dos teores de clorofila, da capacidade respiratória das raízes e da mitose. Os materiais vegetais da polpa e das sementes também inibiram o desenvolvimento de *Ipomoea hederifolia* L.. Os resultados obtidos sugerem a aplicação dos frutos de *E. edulis* nas áreas cosmética, alimentícia e alelopática.

Palavras-chave: *Euterpe edulis*, antioxidante, compostos fenólicos, ácidos graxos, atividade antimicrobiana, alelopatia.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the chemical constituents, the bromatological profile and biological properties of the fruits of native species of the Atlantic Forest, *Euterpe edulis* Martius, Arecaceae, popularly known as palm Jussara. The pulp and the seeds were extracted with ethanol and subjected to the partitioning process with solvents of increasing polarity. In lipids fractions, fatty acids were analyzed by gas chromatography. Were detected palmitic, oleic and linoleic acids as the main constituents of the pulp and seeds. The ethanol extracts, the ethyl acetate fractions from the pulp and seeds, and the remaining fraction of the pulp and chloroform fraction of seeds showed a high content of phenolic compounds. Antioxidant assays by the methods of reduction of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl and phosphomolybdenum complex and hydrogen peroxide radical scavenging activity obtained more significant results with the fractions with higher content of phenolic compounds. At a concentration of 1000 µg/mL ethyl acetate acetate and remaining pulp fractions obtained hydrogen peroxide radical scavenging activity $49,68 \pm 7,24\%$ and $80,22 \pm 9,42\%$ respectively, ethanol seed extract $56,26 \pm 1,91\%$, and ascorbic acid $30,38 \pm 4,62\%$. In the test of inhibition of lipid peroxidation all extracts at a concentration of 1000 µg/mL were statistically equivalent to the control BHT and with higher values than ascorbic acid in the same concentration. In inhibition of the deoxyribose degradation at a concentration of 1000 µg/mL ethanol extract, ethyl acetate and the remaining fractions pulp obtained values 81.94 ± 1.46 , $78.27 \pm 1,96$ and $88.29 \pm 2.09\%$. The ethyl acetate and remaining seed fractions inhibited in 78.27 ± 1.93 and $91.09 \pm 3.64\%$. The results show that the *E. edulis* pulp has same or higher antioxidant capacity than the pulps of acai (*Euterpe oleracea* MARTIUS) analyzed, due to higher content of anthocyanins, phenols and proanthocyanidins. In the bromatological evaluation of pulp was verified the predominance of monounsaturated fatty acids, and that is a significant amount of manganese within the daily reference values, reaching 48.69% on a portion of 100 g of pulp. The oil with high content of palmitic acid and saturated fatty acids showed growth inhibition of *S. aureus* and *P. aeruginosa*. In allelopathic tests the extracts and fractions from pulp and seeds, affected the development of seedlings of *Lactuca sativa* L. inhibiting germination and growth, due stimulation the production of reactive oxygen species, increased amounts of protein, decreased chlorophyll content, the respiratory capacity of roots and mitosis. The plant material from the pulp and seeds also inhibited the development of *Ipomoea hederifolia* L.. The results suggest the application of the fruits of *E. edulis* in the cosmetic, food and allelopathic fields.

Keywords: *Euterpe edulis*, antioxidant, phenolic compounds, fatty acids, antimicrobial activity, allelopathy.

1 INTRODUÇÃO

Na medicina popular, as plantas têm sido amplamente utilizadas devido aos seus efeitos curativos (TURKER *et al.*, 2012). Há relatos do uso de plantas com finalidades terapêuticas por volta de 3.000 a.C. na obra *Pen Ts'ao* do chinês Shen Nung. No ano 78 d.C., o botânico grego Pedânio Dioscórides descreveu cerca de 600 plantas medicinais, no tratado *De Materia Medica*. Este tratado permaneceu como fonte de referência por mais de catorze séculos (TUROLLA & NASCIMENTO, 2006).

O marco mais importante para o desenvolvimento de fármacos a partir de produtos naturais talvez tenha sido o descobrimento dos salicilatos obtidos de *Salix alba* L. Esta história começa em 1757, quando Edward Stone provou o sabor amargo das cascas do salgueiro (*S. alba*) e associou-o ao sabor dos extratos de *Cinchona*. Este fato aguçou sua curiosidade e imaginação, levando-o a comunicar, seis anos mais tarde, os resultados de suas observações clínicas mostrando as propriedades analgésicas e antipiréticas do extrato daquela planta. Outro marco importante foi o desenvolvimento dos antibióticos, esta classe terapêutica representou significativo avanço na medicina e deveu-se a Alexander Fleming que, em 1928, detectou a inibição do crescimento de placas de cultura semeadas com colônias de estafilococos contaminadas com fungos (VIEGAS; BOLZANI; BARREIRO, 2006).

Quase 80% da população mundial faz uso de medicamentos a base de plantas para satisfazer as suas necessidades básicas de saúde enquanto que, até 90% da população dos países em desenvolvimento fazem uso de plantas medicinais (MURAD *et al.*, 2012).

A riqueza de recursos naturais, da qual o Brasil se privilegia, oferece uma gama inesgotável de espécies vegetais com potencial na profilaxia e tratamento de várias enfermidades. A transformação desse potencial em benefícios para a saúde humana requer investimentos nas diversas áreas de pesquisa e desenvolvimento, sendo, portanto, alvo de esforços multidisciplinares (BARNI; CECHINEL FILHO; COUTO, 2009).

Os constituintes farmacologicamente ativos podem ser substâncias isoladas representadas por terpenoides, esteroides, compostos fenólicos e alcaloides, ou por

misturas como gomas, ceras, resinas, óleos fixos e voláteis. Tais constituintes além do efeito farmacológico podem apresentar efeito alelopático sobre outras plantas, ou seja, podem inibir ou estimular o crescimento de outro vegetal. A produção de substâncias alelopáticas é um mecanismo de proteção e defesa contra o ataque de pragas, patógenos e pode representar um meio de competição entre as plantas. Muitas plantas medicinais demonstram atividade alelopática, pois os mesmos constituintes químicos responsáveis pelas atividades medicinais são responsáveis também pelas atividades alelopáticas (SOUZA *et al.*, 2005). O estudo desta ação sobre os demais vegetais com extratos ou substâncias isoladas, é muito importante, pois leva a pesquisa de novas moléculas herbicidas, menos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde do homem.

Os produtos naturais além de servirem para a pesquisa de medicamentos e novas substâncias bioativas, podem vir a contribuir quando consumidos como alimentos, para uma melhor qualidade de vida. Alimentos podem ser fonte de substâncias antioxidantes, que diminuem o colesterol ou que melhoram o trânsito intestinal. O Filósofo Hipócrates, 2500 a.C, recomendava: “que o alimento seja teu medicamento e que o medicamento seja teu alimento”. Ou seja, uma alimentação saudável propicia uma melhor qualidade de vida.

Desde a década de 90, muitos estudos dos componentes do vinho estão sendo realizados baseados principalmente no “Paradoxo Francês”, que é uma análise de variáveis que mostra que o consumo de vinho tinto foi o único fator da dieta que mostrou correlação negativa com a arteriosclerose e os distúrbios coronários. O “Paradoxo Francês” é uma aparente discrepância entre alto consumo de gorduras saturadas e o colesterol pelos franceses e a baixa incidência de doenças do coração (FACCO *et al.*, 2007). Estudos realizados com compostos fenólicos, especialmente as antocianinas, pigmentos presentes em vinhos tintos, confirmam suas atividades vasoprotetoras contribuindo para o “Paradoxo Francês” (KUSKOSKI *et al.*, 2006).

O presente trabalho realizou um estudo fitoquímico, alelopático, antimicrobiano, antioxidante, tóxico e bromatológico do fruto de *Euterpe edulis* Martius palmeira presente na Floresta Atlântica, popularmente conhecida como palmeira Juçara.

A palmeira Juçara foi muito utilizada comercialmente para a obtenção de palmito, que em sua maior parte foi oriundo de extrativismo. Neste contexto, diversos fatores

contribuíram para que a palmeira Juçara entrasse em risco de extinção, sendo um deles a sua intensa exploração seletiva, devido à simplicidade que os palmiteiros encontravam para explorá-lo. Além disto, possui um ciclo produtivo longo, que também contribuiu para sua escassez (SAMPAIO *et al.*, 2007). Explorada intensamente a partir da década de 70, esta espécie de palmito já é considerada ameaçada de extinção em alguns estados brasileiros, e se o mesmo ritmo de extração continuar, logo será uma espécie ameaçada em todo o país.

A destruição contínua destes ecossistemas, além do desequilíbrio ecológico, leva à perda do conhecimento acumulado por milênios, sobre o uso medicinal tradicional destas plantas pelas populações a elas associadas, representando um enorme prejuízo à sociedade, uma vez que inviabilizam pesquisas científicas que poderiam conduzir à descoberta de novos fármacos e substâncias com bioatividades.

Na região Norte do país ocorre a presença da palmeira *Euterpe oleracea* Martius, conhecida como açaí. A polpa dos frutos de açaí é utilizada pelos povos da região amazônica como alimento. Nos últimos 10 anos está ocorrendo uma procura internacional pela polpa de açaí, justificada pelo seu elevado poder antioxidante (POMPEU, SILVA & ROGEZ, 2009).

Sendo assim, *E. edulis* enquanto espécie de interesse nesta pesquisa poderá contribuir com a busca de novas substâncias como antocianinas e compostos fenólicos, que podem apresentar uma ação benéfica para a saúde, além de uma possível aplicabilidade de seus extratos junto à atividade alelopática, antioxidante e microbiológica.

1.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho visou avaliar a composição fitoquímica e bromatológica do fruto de *Euterpe edulis* Martius, além de realizar estudo alelopático, antimicrobiano, antioxidante e de toxicidade.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar estudo fitoquímico dos extratos da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius.
- Caracterizar os ácidos graxos presentes nas frações oleosas.
- Avaliar o conteúdo de compostos fenólicos, flavonoides e proantocianidinas dos extratos da polpa de *E. edulis*.
- Avaliar o conteúdo de compostos fenólicos e flavonoides dos extratos das sementes de *E. edulis*.
- Avaliar o conteúdo de compostos fenólicos, proantocianidinas, flavonoides totais e dos flavonoides da classe das antocianinas da polpa industrializada de *E. edulis* e comparar com polpas comerciais de *Euterpe oleracea* Martius (açai).
- Verificar a capacidade antioxidante dos extratos da polpa e das sementes de *E. edulis*.
- Verificar a capacidade antioxidante da polpa industrializada de *E. edulis* e comparar com polpas comerciais de *E. oleracea* (açai).
- Avaliar a atividade alelopática dos extratos de *E. edulis* sobre as espécies *Lactuca sativa* L. e *Ipomoea hederifolia* L..
- Avaliar a atividade antibacteriana dos extratos de *E. edulis* sobre as bactérias *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028), *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853).
- Determinar o perfil bromatológico da polpa industrializada de *E. edulis*.
- Avaliar a toxicidade dos extratos de *E. edulis* por meio de ensaios sobre *Artemia salina* Leach e de hemólise.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FLORESTA ATLÂNTICA

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, originalmente estendia-se de forma contínua ao longo da costa brasileira, penetrando até o leste do Paraguai e nordeste da Argentina em sua porção sul. No passado cobria mais de 1,5 milhões de km², com 92% desta área no Brasil (TABARELLI *et al.*, 2005). Entende-se como o Bioma Floresta Atlântica o conjunto de formações florestais e ecossistemas associados que incluem (figura 1, página 6) a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Ombrófila Aberta, a Floresta Estacional Semidecidual, a Floresta Estacional Decidual, os manguezais, as restingas, os campos de altitude, as ilhas litorâneas e os brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste. Abrange total ou parcialmente 3.409 municípios em 17 Estados brasileiros (RS, SC, PR, SP, GO, MS, RJ, MG, ES, BA, AL, SE, PB, PE, RN, CE, PI), situados ao longo da costa atlântica, do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, além de parte dos Estados de Mato Grosso do Sul e Goiás. Em alguns Estados como RS, SC, PR e SP estende-se pelo interior, alcançando parte dos territórios da Argentina e Paraguai (BRASIL, 2004) (LAGOS & MULLER, 2007).

A ocupação mal planejada e o uso inadequado dos recursos pelos seres humanos interferem diretamente no meio ambiente e na sua diversidade (VIEIRA, 2010). A destruição da Floresta Atlântica iniciou-se pouco depois de 1500, o desmatamento começou com a larga exploração de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) (LAGOS & MULLER, 2007). Os principais ciclos econômicos, começando pela exploração do pau-brasil, passando pela mineração do ouro e diamantes, criação de gado, plantações de cana-de-açúcar e café, industrialização, exportação de madeira, erva-mate e, mais recentemente, o plantio de soja, algodão, laranja, milho, feijão, fumo e espécies florestais exóticas, assim como o processo de urbanização desordenada, contribuíram com a substituição e destruição da floresta. Da mesma forma, a obtenção de energia para o desenvolvimento brasileiro, seja pela queima da biomassa (lenha),

retirada das florestas ou através da inundação de territórios florestais por reservatórios de hidrelétricas, contribuiu com a destruição do bioma (BRASIL, 2004).

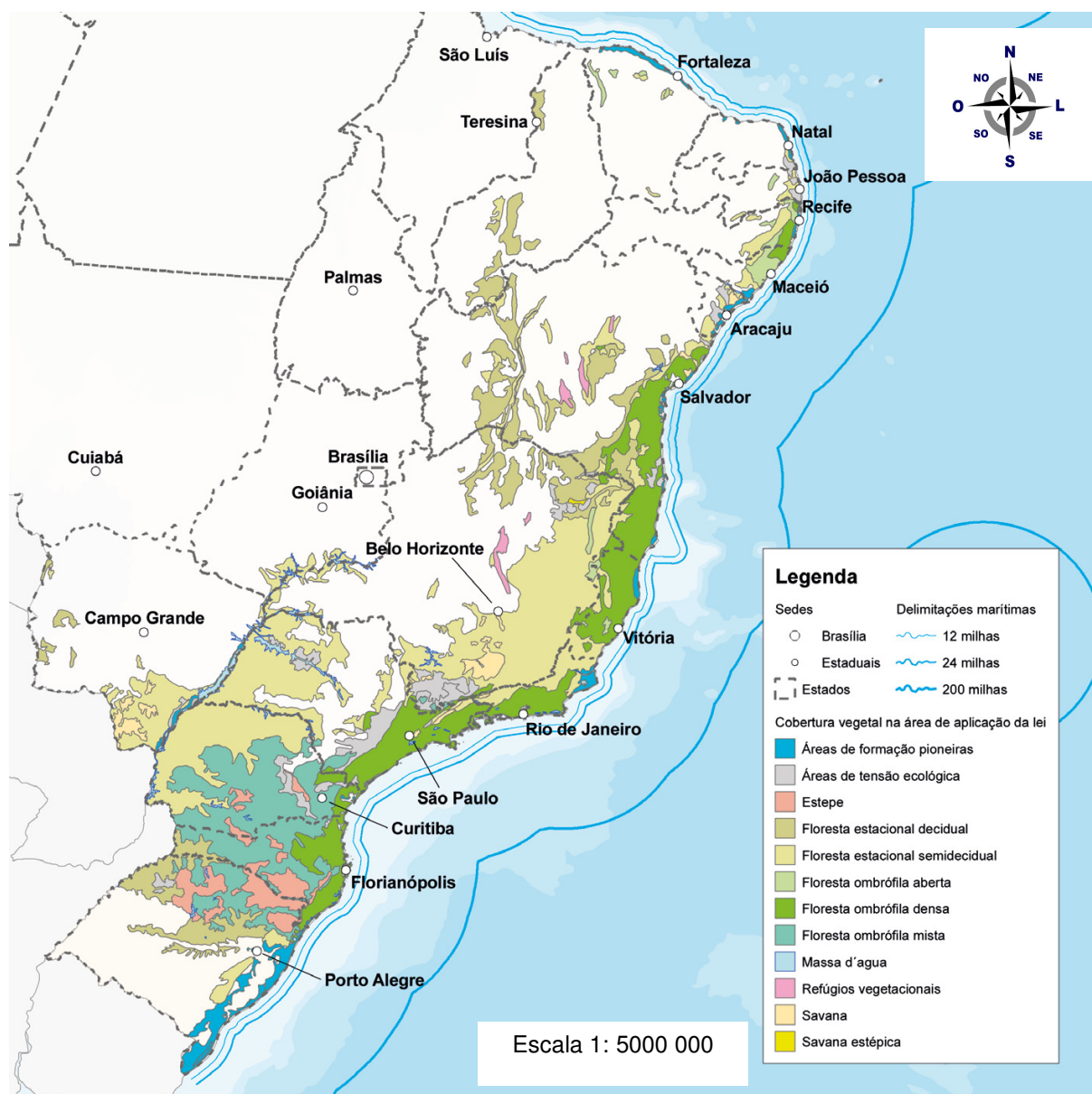


FIGURA 1 - MAPA DA FLORESTA ATLÂNTICA
FONTE: DIALOGO FLORESTAL (2012)

Nas três últimas décadas a perda e a fragmentação de habitats alteraram seriamente a maior parte da Floresta Atlântica (LAGOS & MULLER, 2007). A Floresta Atlântica ainda abriga mais de 8.000 espécies endêmicas de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (TABARELLI *et al.*, 2005). A fauna de mamíferos brasileiros contém 524 espécies e ocupa o primeiro lugar dentre os países do mundo, sendo que 250 espécies ocorrem na Floresta Atlântica. Os roedores e marsupiais são grupos bem representativos: das 209 espécies que ocorrem no Brasil, há pelo menos 23 espécies de marsupiais e 79 de roedores na Floresta Atlântica (PASSAMANI; DALMASCHI; LOPES, 2005).

Apesar de apresentar pouco mais de 7% de sua cobertura vegetal original, a Floresta Atlântica ainda é uma das áreas de maior biodiversidade do mundo e ao mesmo tempo é muito ameaçada, por isso é considerada “Hotspot” (área rica e ameaçada). A concentração humana em regiões como a da Floresta Atlântica, em que 70% da população brasileira ocupa, resulta em grave pressão sobre a biodiversidade e os recursos hídricos do bioma (VIEIRA, 2010). A diminuição de uma área de floresta natural pode levar à diminuição exponencial do número de espécies e afetar a dinâmica de populações de plantas e animais existentes, podendo comprometer a regeneração natural e, conseqüentemente, a sustentação destas florestas (DÁRIO; VINCENZO; ALMEIDA, 2002).

Na tabela 1 mais dados complementam as informações sobre biodiversidade e espécies em extinção da Floresta Atlântica. A biota da Floresta Atlântica é extremamente diversificada, acredita-se que a região ocupe cerca de 1 a 8% da biodiversidade mundial (LAGOS & MULLER, 2007).

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DO “HOTSPOT” FLORESTA ATLÂNTICA

Extensão original (km ²)	1,233.875
Vegetação remanescente (km ²)	99,944
Espécies de plantas endêmicas	8,000
Espécies de aves endêmicas e ameaçadas	55
Espécies de mamíferos endêmicas e ameaçadas	21
Espécies de anfíbios endêmicas e ameaçadas	14
Espécies extintas	1
Densidade Populacional (pessoas / km ²)	87
Área de proteção ambiental (km ²)	50,370

FONTE: CONSERVATION INTERNATIONAL (2012)

Em virtude de sua riqueza biológica e níveis de ameaça, a Floresta Atlântica, ao lado de outras 33 regiões localizadas em diferentes partes do planeta, foi apontada como um dos hotspots mundiais (PINTO *et al.*, 2006), na figura 2 pode-se observar os principais Hotspots mundiais, o Cerrado Brasileiro também é considerado um Hotspot mundial. Estas áreas são compostas por um mosaico de biodiversidade, que abrigam 60% de todas as espécies terrestres do planeta e ocupam menos de 2% da superfície terrestre (LAGOS & MULLER, 2007). O futuro da Floresta Atlântica certamente dependerá do manejo de espécies e ecossistemas para garantir a proteção da sua biodiversidade a longo prazo. Contudo, a conservação e a recuperação deste Hotspot representam um grande desafio, visto que as estratégias, ações e intervenções necessárias esbarram em dificuldades impostas pelo estado fragmentado do conhecimento sobre o funcionamento dos seus ecossistemas, num ambiente sob forte pressão antrópica, marcado pela complexidade nas relações sociais e econômicas (PINTO *et al.*, 2006)



FIGURA 2 - GLOBO TERRESTRE MOSTRANDO EM VERMELHO ALGUNS DOS PRINCIPAIS “HOTSPOTS” NO PLANETA

FONTE: CONSERVATION INTERNATIONAL (2012)

As regiões onde se concentram as maiores áreas de remanescentes estão usualmente associadas às atuais unidades de conservação de proteção integral, localizadas principalmente na Floresta Atlântica costeira dos Estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia e região serrana do Espírito Santo. Na Serra do Mar, apesar de apresentar extensa rede de áreas protegidas, 98,69% dos remanescentes são menores que 100 hectares. Este padrão de fragmentação se repete na região central da Floresta Atlântica, entre o sul da Bahia e o Estado do Espírito Santo, onde 98,65% dos remanescentes possuem área menor ou igual a 100 hectares (PINTO *et al.*, 2006).

As ameaças à biodiversidade da Floresta Atlântica agravam-se devido ao fato de que esta região abriga 70% da população brasileira, que depende da conservação dos remanescentes para garantir o abastecimento de água, a regulação do clima, a fertilidade do solo entre outros. Além disso, cerca de 80% do produto interno bruto brasileiro é gerado nesta região (LAGOS & MULLER, 2007)

2.2 ASPECTOS GERAIS SOBRE A FAMÍLIA ARECACEAE

A família das Arecaceae (Palmae) pertence a ordem Arecales (CRONQUIST, 1981). É uma família botânica representada por 2500 a 3500 espécies e de 210 a 236 gêneros. As espécies são conhecidas como palmeiras e possuem elevado valor econômico (JONES, 1995). No Brasil habitam os ecossistemas Floresta Amazônica, Floresta Atlântica, Cerrado entre outros (MIGUEL; SILVA & DUQUE, 2007).

As palmeiras se destacam por apresentarem forma e tamanho bastante variados, desde 50 centímetros até mais de 50 metros de altura, em sua maioria nativas dos trópicos e subtropicais (JOLY, 2002). No Brasil existem cerca de 210 espécies nativas, das quais 11 correm sério risco de extinção, em função da rápida destruição dos seus ecossistemas naturais e duas, *Trithrinax shyzophylla* Martius e *Butia leptospatha* (Burret) Noblick, já podem ser consideradas extintas do território brasileiro (MIGUEL; SILVA & DUQUE, 2007).

Na concepção popular, palmeira é um tronco alto sem ramos, em forma de coluna, coroado por uma grande copa de folhas pinadas e com frutos em forma de coco. São bastante antigas e mesmo antes de Cristo, já eram utilizadas de forma ornamental e na alimentação. Como importância econômica destaca-se uma variedade de seus produtos utilizados pelo homem como óleo vegetal (margarinas e sabões), tâmaras, extração de farinhas, cera, vassouras, material de tecelagem, polpas próprias para doces e sorvetes, palmito, etc. (MIGUEL; SILVA & DUQUE, 2007).

2.3 ASPECTOS GERAIS SOBRE O GÊNERO *Euterpe*

O número de espécies do gênero *Euterpe* não está claramente definido e tem sido objeto de constantes revisões. A literatura cita 30 espécies do gênero *Euterpe* na América Central e do Sul. No Brasil foram constatadas a presença de *Euterpe edulis* Martius (palmitreiro), *Euterpe caatinga* Wallace (açazinho), *Euterpe oleracea* Martius (açazeiro), *Euterpe longibracteata* Barb. Rodr. (açai da terra firme), *Euterpe precatoria* Martius (açazeiro) e *Euterpe espirosantensis* Fernandes (palmito-vermelho) (FADDEN, 2005).

Brasil é o principal produtor e exportador de palmito em conserva. As palmeiras mais usadas na exploração do palmito pertencem ao gênero *Euterpe*. São plantas perenes e de grande porte, sendo que duas espécies são mais comuns: *E. edulis* (Juçara), palmeira de estirpe único, cujo hábitat natural é o Centro-Sul do Brasil e *E. oleracea* (açai), palmeira que se caracteriza pelo farto perfilhamento, ocorrendo naturalmente na região Norte do país (BOVI & CARDOSO, 1978). *E. precatoria* é vulgarmente conhecida como açai-do-amazonas, açai-solitário e Juçara.

E. edulis ocorre desde o Rio Grande do Sul até a Bahia e tem grande importância na composição florística de matas ciliares. *E. espirosantensis* é encontrado no Espírito Santo e Bahia. Ambas as espécies vêm sendo exploradas de forma extrativista e predatória para a obtenção de palmito. Antes de 1960 a produção de palmito vinha principalmente da costa meridional do país, sendo extraída da palmeira *E. edulis*, com um ritmo de exploração sem o correspondente replantio (MARTINS *et al.*, 2007).

2.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE *Euterpe oleracea* MARTIUS

Euterpe oleracea Martius (açai), figura 3, é uma palmeira abundante no estuário do Rio Amazonas, em terrenos de várzea, igapós e terra firme, no Estado do Pará as maiores reservas naturais são encontradas (PEREIRA, 2002).



FIGURA 3: PALMEIRA *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

FONTE: PALM & CYACAD SOCIETIES OF AUSTRALIA (2012)

Seus frutos são violáceos (figura 4), do mesocarpo é obtido um suco arroxeado, parte da dieta popular do estado do Pará (LORENZI *et al.* 1996).



FIGURA 4 – FRUTOS DA PALMEIRA *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

FONTE: NUTRIÇÃO EM FOCO (2012)

O despulpamento comercial do fruto é obtido por meio do esmagamento e posterior filtração através de peneira fina, processo que envolve a adição de água em quantidades variadas, dependendo do produto que se quer obter. Na prática da extração utilizada na região produtora, a água acrescentada visa à obtenção de três concentrações distintas, com teores de sólidos totais em torno de 15,2 (Tipo A), 12,5 (Tipo B) e 9,7% (Tipo C) (PEREIRA, 2002).

A polpa de *E. oleracea* se constitui em fonte de α -tocoferol (vitamina E), fibras, manganês, cobre, boro e cromo. Destaca-se, dentre as frutas, quanto ao teor de lipídios, capaz de suprir cerca de 70% das necessidades teóricas recomendadas para um homem adulto. Em se tratando de proteínas, pode prover entre 25 e 65% das quantidades recomendadas; contém ainda: cálcio, magnésio, potássio e níquel. Em relação aos teores de açúcares totais, fósforo, sódio, zinco e ferro, estes correspondem a uma quantidade inferior a 25% do valor diário recomendado (PEREIRA, 2002).

Estudos demonstram que o suco de *E. oleracea* (açaí) é essencialmente energético, com elevada concentração de fibra alimentar, contudo como fonte de ferro é pouco expressivo (YUYAMA *et al.*, 2002)

E. oleracea é considerado uma excelente fonte de antocianinas. Segundo IADEROZA *et al.* (1992), o conteúdo de antocianinas do fruto de *E. oleracea* é 336 mg/100 g. Em estudo realizado por ROSSO *et al.* (2008), lotes de polpa de *E. oleracea* apresentaram um teor de antocianinas entre 282-303 mg/ 100 g, com predominância de cianidina 3-*O*-glicosídeo e cianidina 3-*O*-rutinosídeo, na proporção de 13% e 87% respectivamente. Contudo DEL POZO *et al.* (2004), identificaram cianidina 3-*O*-glicosídeo como a antocianina predominante em *E. oleracea* Martius e a correlacionaram com o conteúdo antioxidante, também, outros 16 compostos polifenólicos foram detectados. BOBBIO *et al.* (2002) encontraram um teor de antocianinas de 263 mg/ 100g para frutos de *E. oleracea*.

GALLORI *et al.* (2004), investigaram o conteúdo de policompostos fenólicos da polpa de *E. oleracea* e confirmaram a presença de cianidina 3-*O*-glicosídeo, cianidina 3-*O*-rutinosídeo como os componentes antociânicos em maior quantidade. Foram encontrados quatro compostos a homoorientina, orientina, taxifolina desoxihexose, e isovitexina.

SCHAUSS, *et al.* (2006) encontraram duas antocianinas principais, a cianidina 3-*O*-glicosídeo e a cianidina 3-*O*-rutinosídeo, além de outra três antocianinas em menor quantidade. A quantidade de antocianinas foi de 3,1919 mg/g de polpa seca. Proantocianidinas também foram encontradas na concentração de 12,89 mg/g de polpa seca. Outros flavonoides foram verificados, a homoorina, a orientina, a isovitexina, taxifolina-deoxihexose. O resveratrol também foi detectado, contudo em baixa concentração. O total de ácidos graxos poliinsaturados foi de 11,1%, o de monoinsaturados de 60,2% e 28,7% de ácidos graxos saturados. Foram identificados o ácido oleico com 53,9% e o ácido palmítico 26,7%, além de três esteroides o β -sitosterol, campesterol e estigmasterol.

MANTOVANI *et al.* (2003) apresentaram o percentual e a composição dos componentes apolares do fruto de *E. oleracea* (açaí), como verificado nas tabelas 2, 3 e 4:

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM ÁCIDOS GRAXOS DO PERICARPO DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Substância	Concentração
Ácido Dodecanoico (C12:0)	3,6%
Ácido Mirístico (C14:0)	4,4%
Ácido Palmítico (C16:0)	9,7%
Ácido Palmitoleico (C16:1)	4,2%
Ácido Esteárico (C18:0)	10,6%
Ácido Oleico (C18:1)	45,1%

TABELA 3 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM ÁCIDOS GRAXOS DO ENDOCARPO DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Substância	Concentração
Ácido Dodecanoico (C12:0)	3,5%
Ácido Mirístico (C14:0)	4,7%
Ácido Palmítico (C16:0)	9,3%
Ácido Palmitoleico (C16:1)	4,8%
Ácido Esteárico (C18:0)	10,2%
Ácido Oleico (C18:1)	45,7%

TABELA 4 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA EM ÁCIDOS GRAXOS DOS FRUTOS ÍNTEGROS DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Substância	Concentração
Ácido Dodecanoico (C12:0)	3,7%
Ácido Mirístico (C14:0)	4,2%
Ácido Palmítico (C16:0)	9,5%
Ácido Palmitoleico (C16:1)	4,3%
Ácido Esteárico (C18:0)	10,7%
Ácido Oleico (C18:1)	45,5%

Aproximadamente 10.000 toneladas de polpa de *E. oleracea* são consumidas no Brasil e 1.000 toneladas exportadas para países como Japão, Estados Unidos, Holanda e Itália (ROCHA *et al.*, 2007). Um crescimento da demanda no mercado nacional foi observado nos últimos anos, despertando grande interesse em investimentos e pesquisas sobre *E. oleracea*. Este aumento pode ser atribuído às propriedades nutricionais e ao valor calórico de *E. oleracea*, pois este é um alimento rico em proteínas, fibras, lipídios, vitamina E e minerais como manganês, cobre, boro e cromo. Além disso, este fruto possui um elevado teor de pigmentos, as antocianinas, que são benéficas à saúde, pois favorecem a circulação sanguínea e protegem o organismo contra a arteriosclerose. Outra propriedade comprovada através da pesquisa do extrato de *E. oleracea* é sua capacidade de exterminar o caramujo *Biomphalaria glabrata*, hospedeiro intermediário na esquistossomose (ALEXANDRE *et al.*, 2004)

E. oleracea demonstra benefícios à saúde associados com a elevada capacidade antioxidante e pela sua composição fitoquímica (PACHECO-PALENCIA *et al.*, 2008). Estudos relatam atividade antioxidante, efeito vasodilatador, efeito anti-inflamatório pela inibição das enzimas COX-1 e 2, e pela a inibição da produção de óxido nítrico (CHIN *et al.*, 2008). Em estudo com a polpa de *E. oleracea* foi verificado elevada ação antioxidante sobre os ânions superóxido e radical peroxila (SCHAUSS *et al.*, 2006). SOUZA *et al.* (2010) verificaram que a suplementação com a polpa de *E. oleracea* diminui o estresse oxidativo e causou efeito hipocolesterolêmico em ratos. SUN *et al.* (2010) avaliando o efeito da dieta com 2% de polpa de *E. oleracea* sobre fêmeas de *Drosophila melanogaster* verificaram o aumento da sobrevida e diminuição do estresse oxidativo. MOURA *et al.* (2010) comprovaram que a adição de *E. oleracea* em cigarros tem efeito protetor contra o enfisema pulmonar em camundongos, resultado proveniente da atividade antioxidante e anti-inflamatória da polpa de *E. oleracea*. A dieta com polpa de *E. oleracea* atenuou a arteriosclerose em camundongos devido as propriedades antioxidantes do *E. oleracea* (XIE *et al.*, 2011).

DEL POZO *et al.* (2006), verificaram a ação dos policompostos fenólicos do *E. oleracea* contra a proliferação e em apoptose de células humanas HL-60. As frações ricas em ácidos fenólicos e flavonoides reduziram a proliferação celular e induziram a apoptose através da ativação da caspase 3.

LICHENTENTHALER *et al.* (2005) avaliaram a ação antioxidante *E. oleracea* (açaí), a qual foi considerada excelente para radicais peroxilas, boa para peroxinitritos, e baixa contra radicais hidroxila. SCHAUSS *et al.* (2006) demonstraram elevada a capacidade antioxidante do fruto de *E. oleracea*, além de potencial inibição da ciclooxigenase COX 1 e COX 2. CHIN *et al.* (2008), verificaram atividade citoprotetora de compostos isolados dos frutos de *E. oleracea* como, álcool diidroconiferílico, (+)-laricioresinol, (+)-pinoresinol, (+)-siringaresinol e ácido protocatequico. A presença de lignanas também foi constatada.

Em ensaio realizado com a polpa e suco de *E. oleracea* em 12 voluntários humanos foi observado que, a capacidade antioxidante do plasma aumenta de 3 vezes e de 2 a 3 vezes no consumo de polpa e de suco de *E. oleracea* respectivamente. Os resultados demonstraram a absorção e o efeito antioxidante das antocianinas presentes no *E. oleracea* (MERSTENS-TALCOTT *et al.*, 2008).

SANTOS *et al.* (2008), estudaram a correlação da atividade antioxidante e os compostos bioativos das polpas comerciais de *E. oleracea*. Foi verificado que somente as antocianinas e os carotenoides apresentam correlação positiva e significativa com a atividade antioxidante. No entanto em estudo realizado por KANG *et al.* (2011) foi observado que os flavonoides de *E. oleracea* apresentam atividade antioxidante e anti-inflamatória.

PACHECO-PALENCIA; MERTENS-TALCOTT; TALCOTT (2008) constataram a presença dos seguintes compostos fenólicos presentes em *E. oleracea*: ácidos protocatequico, *p*-benzóico, vanílico, siringico, ferúlico, catequina, epicatequina, dímeros e trímeros de procianidinas. Na composição de ácidos graxos foram identificados os ácidos palmítico, palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico e linolênico.

2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE *Euterpe edulis* MARTIUS

A espécie *Euterpe edulis* Martius é encontrada na Floresta Ombrófila Densa, ocorrendo ao longo da costa litorânea. A distribuição geográfica desta espécie vai desde o Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas, Pernambuco, Sergipe, Bahia, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além do nordeste da Argentina e sudoeste do Paraguai, em florestas tropicais, entre o nível do mar até 1000 metros de altitude (FADDEN, 2005).

Na família Arecaceae, *E. edulis* destaca-se pela atração que exerce sobre animais frugívoros. O fruto constitui-se de uma drupa esférica com pericarpo pouco espesso e liso. A coloração passa do verde para o roxo durante a maturação. A frutificação ocorre de forma abundante entre os meses de março e junho. A dispersão das sementes é realizada por várias espécies de aves, primatas, morcegos, marsupiais e outros animais que consomem os frutos, devido ao seu valor nutricional. O desaparecimento total de *E. edulis* pode implicar em uma redução populacional ou mesmo extinção de algumas espécies de animais que se alimentam de seus frutos e sementes. Em alguns ecossistemas dentro da Floresta Atlântica, *E. edulis*, pode provocar o chamado “efeito dominó”, que é a extinção em cadeia de outras espécies de animais que formam as teias alimentares das comunidades (CERISOLA; ANTUNES; PORT-CARVALHO, 2007).

O fruto de *E. edulis* é também considerado uma excelente fonte de antocianinas. De acordo com IADEROZA *et al.* (1992) o conteúdo de antocianinas é 1347 mg/100 g, sendo superior à quantidade encontrada em *Euterpe oleracea* Martius de 336 mg/100 g. BORGES *et al.* (2011) encontraram valores de até 1080,54 mg/ 100 g de antocianinas nos frutos de *E. edulis*. Em relação ao conteúdo de policompostos fenólicos determinaram valores de até 2610,86 mg/100 g nos frutos, detectaram também a presença dos ácidos ferúlico, gálico, protocatecuico e *p*-cumárico e além dos flavonoides catequina, epicatequina e quercetina. Na composição de ácidos graxos foi observada a presença de ácido palmítico, ácido palmitoleico, ácido esteárico e ácido oleico.

Na sinonímia científica é descrito *Euterpe egusquizae* Bertoni ex Hauman (LORENZI *et. al.*, 1996). Na sinonímia comum *Euterpe edulis* é conhecido como juçara, palmito, palmito doce, iuçara, manicole (Venezuela), yayih (Argentina) (CORRÊA, 1984), içara, ensarova (REITZ, 1974), ripeira (LORENZI *et al.*, 1996).

2.5.1 CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

A árvore *Euterpe edulis* Martius atinge até 20 m de altura e 30 cm de DAP (diâmetro à altura do peito), na idade adulta. Seu tronco é reto, cilíndrico, não-estolonífero (não brota na base). Entre o término do tronco e a parte onde nascem as folhas, há uma seção verde, mais grossa que o tronco, formada pela base do conjunto de folhas (figura 5). Dentro desta seção encontra-se a parte comestível da palmeira (IPEF, 2008).



FIGURA 5 – PALMEIRA *Euterpe edulis* MARTIUS

FONTE: ÁRVORES DO BRASIL (2012)

As folhas são alternas, pinadas, com até 3 m de comprimento. As pinas são longas e estreitas; as bainhas são bem desenvolvidas formando um coroamento verde muito característico no ápice do caule. As flores são unissexuais, sendo as masculinas em maior número, de coloração amareladas, numerosas, com 3 a 6 mm de comprimento, distribuídas em grupo de três, uma feminina entre duas masculinas. A inflorescência é um espádice de 50 a 80 cm de comprimento, composto de várias espigas, inseridas abaixo das folhas. A inflorescência está envolta por uma grande bráctea que a protege até o seu desenvolvimento. Os frutos são carnosos, fibrosos, com endosperma muito abundante e não ruminado (IPEF, 2008), figura 6.



FIGURA 6 - FRUTOS DA PALMEIRA *Euterpe edulis* MARTIUS

FONTE: AGROFLORESTA.NET (2012)

A semente é quase esférica, parda-grisácea a parda-amarelada, envolta por uma cobertura fibrosa, com até 10 mm de diâmetro. As sementes desta espécie possuem endosperma muito abundante, com alto teor de reservas, as quais se constituem de carboidratos (cerca de 88%), proteínas (10%) e lipídeos (2%) (IPEF, 2008). O palmitero propaga-se exclusivamente por sementes que perdem o seu poder germinativo com grande facilidade, a germinação natural ocorre de forma lenta (SALDANHA, 2007).

2.6. ENQUADRAMENTO TAXONÔMICO

O enquadramento taxonômico de *Euterpe edulis* Martius segundo CRONQUIST (1981) está demonstrado na tabela 5:

TABELA 5 - ENQUADRAMENTO TAXONÔMICO

Reino	Plantae
Divisão	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Subclasse	Arecidae
Ordem	Arecales
Família	Arecaceae
Gênero	<i>Euterpe</i>
Espécie	<i>Euterpe edulis</i> Martius

2.7. USOS DA PALMEIRA *Euterpe edulis* MARTIUS

A palmeira *Euterpe edulis* Martius possui reconhecido potencial de manejo, devido ao conjunto de características como a ampla distribuição geográfica, grande abundância na área de ocorrência, curto ciclo de vida, posicionamento no estrato médio da floresta, forte interação com a fauna e comercialização garantida. Além do palmito (meristema apical da planta) a espécie ainda oferece diversos outros produtos: o estipe novo para o uso de suas fibras na fabricação de vassouras, estipe maduro para caibros e ripas para construção, folhas usadas para coberturas temporárias e forrageiras, os frutos fornecem um “vinho” semelhante ao do açaí, *Euterpe oleracea* Martius. Apesar da possibilidade de manejo sustentável, a espécie se encontra extinta em várias áreas de sua ocorrência natural, devido à exploração predatória (MAFEI, 2004)

Diferentemente de *E. oleracea* (açaí), poucos trabalhos relatam a composição fitoquímica e capacidade antioxidante dos frutos de *E. edulis*, bem como demais propriedades biológicas para os frutos desta espécie.

2.8. PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE PALMITO NO BRASIL

A exploração econômica do palmito tornou-se uma atividade relevante a partir da década de 40 no sul do país, onde se extraía palmito da palmeira *Euterpe edulis* Martius. A partir de 1970, houve o deslocamento das empresas do sul (Santa Catarina, principalmente) para explorar o palmito de açaí (*Euterpe oleracea* Martius) no delta do Rio Amazonas, atualmente o maior pólo de produção de palmito do país. Além do palmito, a exploração do fruto para consumo como “vinho” de açaí, na região de Belém, tornou-se importante fonte de renda e emprego (RODRIGUES & DURIGAN, 2007).

Nos últimos anos o agronegócio do palmito perdeu o caráter de atividade extrativa e clandestina devido às questões ambientais, exaustão das espécies nativas, exigências da ANVISA e aumento do cultivo de espécies nativas e exóticas. Em 2003, Goiás teria sido o maior produtor, com 20.004 t. Entretanto, o pólo dominante ainda era Belém, baseado na extração de açaí. Além de Goiás (palmito de guariroba), no sul da Bahia e no Vale do Ribeira (SP) aumentam as lavouras de pupunha, assim como em Santa Catarina e Paraná (palmeira-real e pupunha). No mercado interno predomina o palmito de açaí e o palmito de pupunha. Esse segmento está cada vez mais conscientizado e valoriza a produção ecológica e a sanidade do que consumido e além da relação custo/benefício (RODRIGUES & DURIGAN, 2007).

2.9 ALELOPATIA

2.9.1 CONCEITO E IMPORTÂNCIA

As plantas liberam compostos químicos que podem afetar a germinação e ou crescimento de diferentes espécies que crescem ao seu redor. Este fenômeno é definido como alelopatia (OHNO *et al.*, 2001).

O termo alelopatia foi usado por Hans Molisch em 1937 em seu trabalho "Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie", para referir as interações bioquímicas de benefício e de prejuízo entre todas as classes de plantas (YAMADA; ANAI; HASEGAWA, 1995). O termo alelopatia deriva das palavras gregas *allelon* (mútuo) e *pathos* (prejuízo) (YUNES & CALIXTO, 2001).

O conhecimento de que uma planta pode interferir em outra não é uma observação recente, existem registros feitos por Democritus (500 a.C.), Theophrastus (300 a.C.), Plínio (1 d.C.), Culpeper (1633), Browne (1658), Young (1804), De Candolle (1832) e Beobachter (1845), sobre a capacidade que certas plantas possuem de interferir na fisiologia de outras espécies vegetais (YUNES & CALIXTO, 2001).

Na agricultura moderna se busca a elevada produtividade, e para isso conta com o uso de produtos químicos sintéticos para o controle de plantas daninhas e outras pragas. É evidente que isto melhora a produção, contudo, ao mesmo tempo causa um impacto negativo na qualidade do meio ambiente e na saúde humana.

Os compostos utilizados com o decorrer do tempo tornam-se ineficazes, adquirindo resistência. As fitotoxinas naturais constituem uma larga reserva de compostos com elevado potencial na agricultura, podendo-se desta forma utilizar sítios receptores ainda não explorados pelos herbicidas sintéticos. Sendo assim, os compostos alelopáticos servem de modelo para produção de novos herbicidas (MACIAS *et al.*, 2000). A primeira interação planta-planta foi descrita pelo naturalista romano Plínio, que observou que sob a copa das nogueiras não crescem outros vegetais. Atualmente, sabe-se que a fitotoxina responsável por este fenômeno é a juglona, um poderoso inibidor da germinação, presente na forma de glicosídeo nas folhas, que sofre hidrólise e oxidação à quinona no solo (PINTO *et al.*, 2002).

2.9.2 AGENTES ALELOPÁTICOS

Segundo GONZÁLEZ; SOUTO; REIGOSA (1995), as substâncias alelopáticas podem ser liberadas pelas folhas, caules, raízes ou flores sob diversas formas como a exsudação das raízes, a lixiviação das partes aéreas pela ação da chuva ou do orvalho, pela liberação de substâncias voláteis e pelos resíduos da decomposição de material que atinge o solo.

De forma geral existem duas formas de alelopatia, uma resultante da decomposição de material no solo e outra resultante do agente alelopático existente na planta. Os agentes aleloquímicos podem influenciar diversas funções fisiológicas nas plantas, tais como: absorção de nutrientes, regulação do crescimento, fotossíntese, respiração, permeabilidade de membranas, síntese protéica e na atividade enzimática (YUNES & CALIXTO, 2001).

Os agentes alelopáticos ou aleloquímicos, com algumas exceções são metabólitos secundários. Atualmente existem cerca de 10.000 metabólitos secundários com ação alelopática. Os compostos já identificados pertencem a diversos grupos químicos, atribuindo-se maior importância aos terpenos, alcaloides e compostos fenólicos (YUNES & CALIXTO, 2001).

Segundo MACIAS; SIMONET; ESTEBAN (1994), os terpenoides lupanos de *Melilotus messanensis* (L.) Todos apresentam potencial atividade alelopática.

Os extratos aquosos das folhas de girassol apresentam cinco guaianoides, os anulóides A a E. Os anulóides B e C possuem efeito alelopático sobre sementes de *Lactuca sativa* L. O anulóide B inibiu na concentração de 10^{-5} mols/L 71% da germinação das sementes e o anulóide C inibiu na concentração de 10^{-6} mols/L 62% da germinação (MACIAS *et al.*, 1993). O composto 4,15-dinor-3-hidroxi-1(5)-xanteno-12,8-olide, isolado do exudato da germinação de girassol inibiu na concentração de 30 ppm, 50% da germinação de sementes de *Euphoria malaiense* Radlk (OHNO *et al.*, 2001).

O parthenin um composto presente em *Parthenium hysterophorus* L., inibiu na concentração de 190 μ mols/L, 74% do crescimento da radícula de *Bidens pilosa* L. e 49% do crescimento da radícula de *Avena fátua* L., na concentração de 760 μ mols/L e inibiu 93% do crescimento de ambas as espécies (BATISH *et al.*, 2002).

Os compostos fenólicos como flavonoides e ácidos fenólicos apresentam ação alelopática. Segundo SCHULZ *et al.* (1994), os ácidos β -hidroxibutírico, 4-hidroxicinâmico, ferúlico, vanílico, siríngico, protocatéquico apresentam efeito alelopático. ZHU & MALLIK (1994), estudando o extrato aquoso das folhas de *Kalmia angustifolia* L. verificaram a presença de substâncias alelopáticas, entre elas: ácido ferúlico, vanílico, siríngico, genístico, *m*-cumárico, *o*-hidroxifenilacético e *p*-benzóico. O ácido clorogênico isolado de *Lolium perenne* L. apresentou elevado efeito alelopático sobre a germinação e o crescimento de *Trifolium repens* L.. Comparativamente o efeito dos ácidos cafeico e quínico foi maior que o do ácido clorogênico (TAKAHASHI *et al.*, 1992). RAMAMOORTHY & PALIWAL (1993), identificaram os aleloquímicos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud como sendo ácido gálico, protocatéquico, ferúlico, *p*-hidroxibenzóico, gentísico, β -resorcílico, *o*-cumárico, sinápico e miricetina. LI *et al.* (1992), identificaram os ácidos *p*-cumárico, ferúlico, vanílico, *p*-hidroxibenzóico e *p*-hidroxibenzaldeído como sendo os principais aleloquímicos de *Sasa cernua* Makino. SegundoINDERJIT (1992), o isoflavonoide formonometina 7-*O*-glucosídeo (ononina) apresenta potencial efeito alelopático.

BITENCOURT *et al.* (2007) realizaram um trabalho que teve por objetivo determinar as variações na atividade alelopática da chalcona, 2,4'-dimetoxichalcona, em função dos precursores, ortoanisalaldeído e 4-metoxiacetofenona, e de alterações nestes. Os bioensaios foram monitorados em condições controladas de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. Como plantas-teste foram utilizadas as plantas daninhas malícia (*Mimosa pudica* L.) e mata-pasto (*Senna obtusifolia* L.). A atividade alelopática foi analisada em concentrações fixas de 100, 200 e 300 mg/L. A chalcona foi obtida via reação de condensação entre a 4-metoxiacetofenona e o ortoanisalaldeído. Os resultados indicaram que a atividade alelopática está relacionada, em princípio, ao precursor A, 4-metoxiacetofenona.

Alguns ácidos graxos também apresentam ação alelopática, TAKAHASHI; OTANIS; HAGINO (1993) atribuíram o efeito alelopático de exsudatos das raízes de *L. perenne* aos ácidos graxos mirístico, palmítico, oleico e esteárico. O ácido graxo poliinsaturado isolado de algas vermelhas e identificado como ácido (5 Z, 8 Z, 11 Z, 14 Z e 17 Z) - eicosapentaenoico apresentou efeito alelopático (SUZUKI *et al.*, 1996).

WALLER; JURZYSTA; THORNE (1993), estudando as saponinas das raízes de alfafa (*Medicago sativa*) verificaram ação alelopática sobre *Triticum aestivum* L.

O L-triptofano causou inibição do crescimento da radícula em 50% e do hipocótilo em 40% de *L. sativa*, na concentração de 0,21 e 0,43 mmols/L respectivamente (KATO *et al.*, 1994). O ácido *p*-hidroximandílico isolado de *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. apresentou forte inibição do crescimento das plantas testadas (YAMAMOTO, *et al.*, 1999). Os isotiocianatos do extrato acetato de etila de *Rorippa indica* são responsáveis pelo seu efeito alelopático (YAMANE *et al.*, 1992). A lactona iridoide tetracíclica, plumericina isolada de *Duroia hirsuta* K.Schum. apresentou forte inibição no crescimento da radícula de *L. sativa* (PAGE; MADRIMAN; TOWERS, 1994).

Muitos óleos voláteis demonstram efeito alelopático. O óleo volátil de *Chenopodium ambrosioides* L., constituído de α -terpineno, *p*-cimeno, limoneno e ascaridol, reduziu a germinação e o crescimento de *Amaranthus hypochondriacus* L. (JIMENEZ, 1996). Segundo ZHEN *et al.* (1996), o óleo volátil de *Ajania tenuifolia* (Jacquem. ex DC.) Tzvelev apresenta potencial alelopático. Seus principais constituintes são a cânfora, pulegone e 1,8-cineol. O composto 1,8-cineol inibiu a germinação e o crescimento de *Brassica campestris* L., interferindo na síntese de DNA (KOITABASHI, 1997). MAZZAFERA (2003) comprovou o efeito alelopático de eugenol do extrato etanólico de cravo da Índia sobre sementes de diversas plantas.

O composto 5-cloro-6-metoxi-2-benzoaxolinona causou inibição do crescimento da raiz de *Avena sativa* L., *Phleum pratense* L. e *L. sativa* (KATO; KOSEMURA; YAMAMURA, 1998). Os compostos isolados de *Dianthus caryophyllus* L., 3-*O*-glucopiranosídeo e 3,28-*O*-di-glucopiranosídeo inibiram o crescimento de raízes de *Lepidium sativum* L. (GUMNICKA & OLERZEK, 1998).

Segundo MACIAS *et al.* (2000), o produto natural dehidrozaluzamin C, uma lactona sesquiterpênica é considerada um potente regulador do crescimento de plantas, e um bom candidato para o desenvolvimento de um novo modelo de herbicida.

Bioensaios de germinação realizados em placas de Petri comprovaram que o extrato metanólico do tronco dessa de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus* Vog.), a 150 ppm, inibiu 83% do desenvolvimento da raiz, 75% da parte aérea e 30% da

germinação de sementes de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.) (HERNANDEZ, *et. al.*, 2007).

SOUZA & DUARTE (2007), caracterizam a atividade alelopática do filtrado de cultura produzido pelo fungo *Fusarium solani*. Foram avaliados os efeitos das toxinas, nas concentrações de 1,0 e 4,0%, sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento da radícula e do hipocótilo das plantas daninhas malícia (*M. pudica*) e mata-pasto (*S. obtusifolia*). Os resultados mostraram presença de atividade alelopática inibitória, com variação de acordo com a concentração.

A presença de compostos fenólicos como flavonoides e ácidos fenólicos, bem como a composição de ácidos graxos dos frutos de *Euterpe edulis* justificou o estudo de seu potencial alelopático.

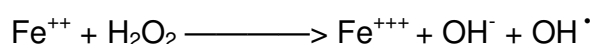
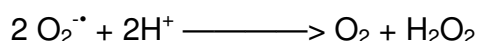
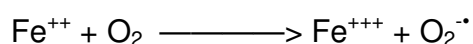
2.10 RADICAIS LIVRES

Os radicais livres possuem diferentes papéis no organismo e encontram-se envolvidos na produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas importantes (ALVES *et. al.*, 2010). O desequilíbrio entre oxidantes (radicais livres) e antioxidantes em favor dos oxidantes pode levar a danos, o que tem sido chamado de estresse oxidativo (SIES; STAHL; SEVANIAN, 2005). O excesso de radicais livres pode causar efeitos deletérios como danos ao DNA, proteínas e organelas celulares, como mitocôndrias e membranas, provocando alterações na estrutura e funções celulares e, dessa forma, se encontram envolvidos em diversas patologias a exemplo de câncer, envelhecimento precoce, doenças cardiovasculares, degenerativas e neurológicas, choque hemorrágico, catarata e disfunções cognitivas (ALVES *et. al.*, 2010). As principais fontes endógenas geradoras de espécies reativas de oxigênio incluem as mitocôndrias e a atividade de algumas enzimas como: xantina oxidase, citocromo P450-oxidase, monoaminoxidases, as enzimas envolvidas na via de produção de prostaglandinas e tromboxanos e a NADPH-oxidase da membrana plasmática de macrófagos, que produzem uma grande quantidade de espécies reativas de oxigênio em resposta a estímulos (ROVER *et al.*, 2000).

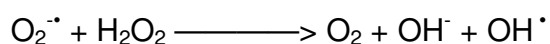
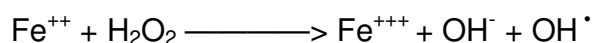
Os radicais livres também são conhecidos como espécies reativas do metabolismo do oxigênio” (ERMO). Em condições fisiológicas do metabolismo celular aeróbio, o O_2 sofre redução tetravalente, com aceitação de quatro elétrons, resultando na forma de água. Neste processo são formados intermediários reativos, como os radicais superóxido (O_2^-), hidroperoxila (HO_2^\bullet), hidroxila (OH^\bullet), e o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e singlet de O_2 (FERREIRA & MATSUBARA, 1997). O radical hidroxila pode formar-se pela fissão homóloga da ligação O-O da molécula de H_2O_2 , uma mistura de H_2O_2 com sal de ferro (II) forma o radical hidroxila. Esta reação foi observada por Fenton em 1894. A interação do H_2O_2 com o radical superóxido também forma o radical hidroxila (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2005). Este radical pode ser formado *in vivo* através de reações de íons de metais de transição (Fe^{++}) com peróxido

de hidrogênio, através da reação de Fenton e de Haber-Weiss, demonstradas a seguir (CAMPOS & YOSHIDA, 2004):

Reação de Fenton:



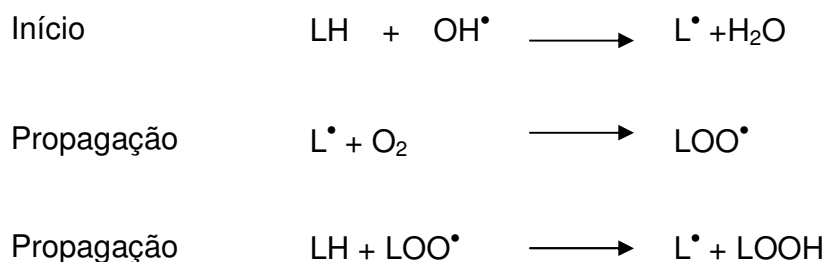
Reação de Haber-Weiss:



O papel dos metais na formação *in vitro* nas ERMO é confirmado pelas reações de Fenton e de Haber-Weiss. Embora o cobre possa também catalisar a reação de Haber-Weiss, o ferro é o metal pesado mais abundante no organismo e está biologicamente mais capacitado para catalisar as reações de oxidação de biomoléculas (FERREIRA & MATSUBARA, 1997).

Os radicais livres promovem também a peroxidação lipídica (LPO), que pode ser definida como uma cascata de eventos bioquímicos resultante da ação dos radicais sobre os lípidos insaturados das membranas celulares, gerando principalmente L^{\cdot} e LOO^{\cdot} , levando à destruição de sua estrutura, falência dos mecanismos de troca de metabólitos. O processo de peroxidação lipídica é iniciado pela reação de um radical livre com um ácido graxo insaturado e propagada por radicais peroxilas. Resulta na formação de hidroperóxidos lipídicos e aldeídos, tais como o malondialdeído, 4-hidroxinonenal (LIMA & ABDALLA, 2001).

O mecanismo de início e propagação da lipoperoxidação (LH: ácido graxo insaturado, L^\bullet radical lipídico, LOO^\bullet radical peroxila e $LOOH$ hidroperóxido lipídico (GUARANTINI *et al.*, 2007), está representado pelas equações a seguir:



O radical superóxido é formado a partir da redução do O_2 , ocorre em quase todas as células e é produzido durante a ativação de células de defesa como os neutrófilos e macrófagos (FERREIRA & MATSUBARA, 1997). O radical hidroperóxil (HO_2^\bullet) é a forma protonada do radical superóxido, isto é, possui o próton hidrogênio.

No organismo além das espécies reativas de oxigênio, existem outras substâncias oxidantes como derivados de nitrogênio e cloro que têm importante função biológica, como na fagocitose. Entre estes se destacam ácido hipocloroso $HOCl$, o óxido nítrico, o dióxido de nitrogênio NO_2^\bullet , cloreto de nitrila NO_2Cl , peroxinitrito $ONOO^-$, cloraminas, além de derivados do enxofre como o radical tíla RS^\bullet e metais como ferro, cobre e manganês (VASCONCELOS *et al.*, 2007).

2.11 ANTIOXIDANTES

A produção contínua de radicais livres durante os processos metabólicos levou ao desenvolvimento de muitos mecanismos de defesa antioxidante para limitar os níveis intracelulares e impedir a indução de danos. Os agentes que protegem as células contra os efeitos dos radicais livres podem ser classificados em antioxidantes enzimáticos ou não-enzimáticos (BIANCHI & ANTUNES, 1999). O sistema enzimático representa a primeira defesa antioxidante endógena contra as ERMO. No entanto, para impedir os danos celulares decorrentes de estresse oxidativo persistente, o aporte exógeno de substâncias com potencial antioxidante é de fundamental interesse (CATANIA *et al.*, 2009).

2.11.1 ANTIOXIDANTES ENZIMÁTICOS

A superóxido dismutase (SOD) catalisa a dismutação do radical superóxido em H_2O_2 e O_2 , na presença do próton H^+ . Existem duas formas de SOD, a SOD cobre-zinco presente no citosol, e a SOD-manganês localizada primariamente na mitocôndria (CAMPOS & YOSHIDA, 2004).

A catalase (CAT) é encontrada em peroxissomos, catalisa a decomposição específica de H_2O_2 gerando moléculas de água e oxigênio (GUARATINI *et al.*, 2007).

A glutathiona peroxidase (GPx) é um dos meios de controle do organismo dos níveis de peróxido de hidrogênio e de hidroperóxidos lipídicos, oriundos do ataque de espécies radicalares (ROVER JÚNIOR *et al.*, 2000).

A glutathiona reduzida (GSH, L- γ -glutamil-L-cisteinil-glicina) está presente na maioria das células e é o tiol mais abundante no meio intracelular. Sua capacidade redutora é determinada pelo grupamento -SH, presente na cisteína. Protege a célula contra a lesão resultante da exposição a agentes como íons ferro, ozônio, radiação e luz ultravioleta (FERREIRA *et al.*, 1997).

A glutathiona redutase (GR) não age diretamente na remoção de espécies radicalares, todavia, é responsável pela regeneração da glutathiona à sua forma reduzida (GSH) na presença de nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADPH),

tendo como objetivo impedir a paralisação do ciclo metabólico da glutathione (ROVER JÚNIOR *et al.*, 2000).

2.11.2 ANTIOXIDANTES NÃO ENZIMÁTICOS

Reações oxidativas ocorrem fisiologicamente no organismo humano, contudo, são contrabalançadas pela ação de antioxidantes tanto endógenos como provenientes da dieta (CATANIA *et al.*, 2009). Os antioxidantes podem ser agrupados em compostos produzidos *in vivo*, como é o caso da glutathione, da ubiquinona e do ácido úrico, e em compostos obtidos diretamente da dieta tais como vitaminas E, C, β -caroteno e outros (VASCONCELOS *et al.*, 2007).

A glutathione é um tripeptídeo que exerce funções essenciais na célula, destacando-se como cofator da família de enzimas glutathione peroxidases (GPx), em que desempenha papel protetor contra o estresse oxidativo, com sua oxidação a dissulfeto da glutathione (GSSG) (VASCONCELOS *et al.*, 2007).

A coenzima Q ou ubiquinona é o único lipídio endogenamente sintetizado através da via do mevalonato, que apresenta função redox, e que desempenha papel central na cadeia respiratória mitocondrial, na cadeia de transporte de elétrons extra-mitocondrial, e na regulação da permeabilidade, diminuindo a oxidação de proteínas de membrana, prevenindo a oxidação do DNA (VASCONCELOS *et al.*, 2007). O efeito antioxidante da ubiquinona é atribuído ao anel fenólico (POWERS *et al.*, 2004).

Vitamina E ou tocoferol é um dos principais antioxidantes lipossolúveis, protegendo os ácidos graxos da peroxidação lipídica (SINGH, SHARAD & KAPUR, 2004). A reatividade da vitamina E com radicais orgânicos peroxila está associada com as propriedades redox do anel cromano. Os radicais peroxila, LOO^\bullet , podem ser gerados de ácidos graxos poliinsaturados das membranas, fosfolipídios ou lipoproteínas após a abstração de hidrogênio (processo chamado iniciação) e da adição de um oxigênio molécula (SIES & STAHL, 1995).

A vitamina C ou ácido ascórbico é considerado o mais importante antioxidante solúvel em água nos fluidos extracelulares, sendo capaz de neutralizar ERMOS na fase aquosa antes da peroxidação lipídica ser iniciada (SINGH, SHARAD & KAPUR, 2004).

Os carotenoides são compostos com propriedades lipofílicas, entre eles o β -caroteno é considerado o mais proeminente. A maioria dos carotenoides apresentam um amplo sistema de ligações duplas conjugadas, que é responsável por sua atividade antioxidante (SIES & STAHL, 1995). Este arranjo permite a captura de diversas espécies reativas de oxigênio, incluindo radicais superóxido e radicais peroxila (POWERS *et al.*, 2004).

Minerais: o zinco é um antioxidante e tem ações anti-inflamatórias, a diminuição de zinco no plasma provoca aumento dos marcadores do estresse oxidativo e aumento da geração de citocinas (PRASAD, 2008). O zinco inibe a NADPH-oxidase, enzima envolvida na produção de ERMO, e atua como cofator da superóxido dismutase (SOD). (CATANIA *et al.*, 2009). O selênio como componente de selenoproteínas, tem funções estruturais e enzimáticas no organismo atuando como um antioxidante (RAYMAN, 2000). Entre as selenoproteínas a glutaionaperoxidase atua com função antioxidante no plasma (CATANIA *et al.*, 2009).

2.11.3 COMPOSTOS FENÓLICOS COMO ANTIOXIDANTES

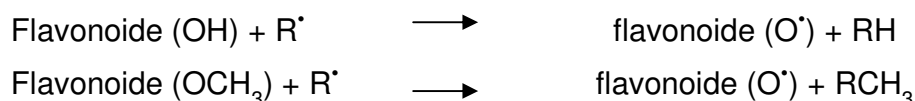
Os antioxidantes fenólicos funcionam com sequestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de metais agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os produtos intermediários, formados pela ação destes antioxidantes, são relativamente estáveis devido à ressonância do anel aromático apresentada por estas substâncias (SOARES, 2002). A atividade antioxidante dos compostos fenólicos é influenciada por diversos fatores como a posição e grau de hidroxilação, a polaridade, a solubilidade, o poder de redução, e estabilidade do radical fenoxi formado (BALASUNDRAM *et al.*, 2005).

Os ácidos fenólicos funcionam como sequestradores de radicais livres e ocasionalmente como quelantes de metais (SHAHIDI, JANITHA & WANASUNDRAM, 1992). Os ácidos fenólicos caracterizam-se pela presença de um anel benzênico, um grupamento carboxílico e um ou mais grupamentos de hidroxila e/ou metoxila na

molécula, que conferem propriedades antioxidantes. Os produtos intermediários formados pela ação antioxidante dos ácidos fenólicos são relativamente estáveis, devido à ressonância com o anel aromático (RAMALHO & JORGE, 2006).

Os policompostos fenólicos são caracterizados estruturalmente pela presença de um ou mais anéis aromáticos de seis carbonos e duas ou mais grupos hidroxilas fenólicos (STEVENSON & HURST, 2007). Neste grupo são encontradas substâncias antioxidantes como flavonoides e proantociandinas.

Os flavonoides têm a sua ação antioxidante de acordo com as equações demonstradas a seguir (MACHADO *et al.*, 2008):

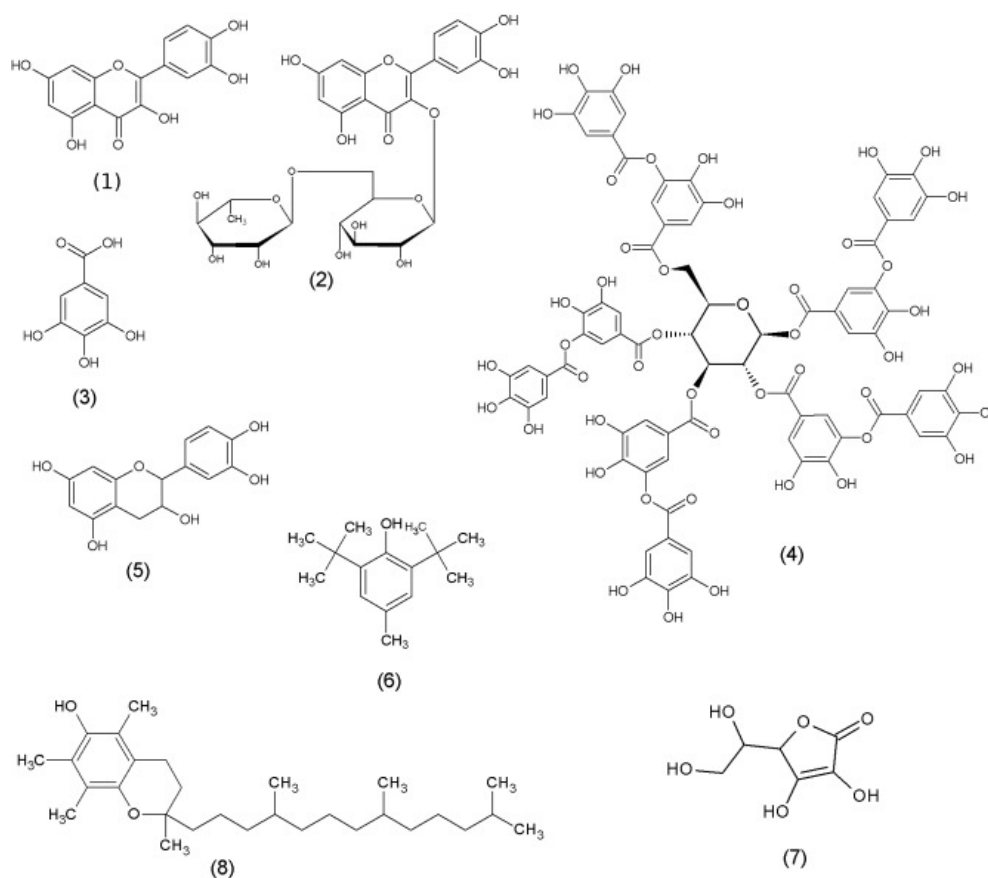


A atividade antioxidante dos flavonoides pode variar muito entre os membros da família, mas incluem o sequestro de radicais peroxila, hidroxila e superóxido bem como o peróxido de hidrogênio (POWERS *et al.*, 2004). A atividade antioxidante dos flavonoides depende da sua estrutura e pode ser determinada por cinco fatores: reatividade como agente doador de H e elétrons, estabilidade do radical flavanoil formado, reatividade frente a outros antioxidantes, capacidade de quelar metais de transição, solubilidade e interação com as membranas (BARREIROS; DAVID.; DAVID, 2006)

As catequinas são flavonoides encontrados em concentrações significativas no chá verde e preto e também no vinho tinto. As catequinas são anfipáticas, exercendo assim sua atividade antioxidante em ambos ambientes o lipídico e aquoso. As catequinas têm se mostrado eficientes na captação de radicais superóxido, radicais hidroxila e peroxila (POWERS *et al.*, 2004).

As antocianinas são flavonoides conhecidos por serem poderosos antioxidantes que ajudam a proteger as plantas contra danos UV, particularmente, a radiação UVB (HAFIDH *et al.*, 2009).

As proantocianidinas também são conhecidas como taninos condensados, estruturalmente são oligômeros ou polímeros na unidade flavan-3-ol (CÓRTEZ *et al.*, 2010). Proantocianidinas são antioxidantes naturais amplamente disponíveis em frutas, legumes, nozes, sementes, flores e cascas, têm sido relatadas de possuir um amplo espectro de fatores biológicos, farmacológicos e terapêuticos, além de atividades contra os radicais livres e o estresse oxidativo (BAGCHI *et al.*, 1999). KOGA *et al.*, 1999 sugeriram que a ingestão de proantocianidinas, o maior componente fenólico do vinho tinto, aumentasse a resistência do plasma ao estresse oxidativo. Na figura 7 encontram-se os principais padrões utilizados em ensaios antioxidantes *in vitro*.



(1) quercetina, (2) rutina, (3) ácido gálico, (4) ácido tânico, (5) catequina, (6) BHT, (7) ácido ascórbico, (8) acetato de tocoferol.

FIGURA 7 – PRINCIPAIS PADRÕES QUÍMICOS UTILIZADOS EM ENSAIOS ANTIOXIDANTES *IN VITRO*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL VEGETAL:

O material vegetal constituiu-se de 5 kg de frutos da palmeira *Euterpe edulis* Martius figura 8, obtidos no município de Garuva, SC (latitude: 26°01'3", longitude: 48°51'1") em área de cultivo (figuras 9 e 10). Foram também fornecidos 5 kg de polpa industrializada e 5 kg de sementes.

Uma exsicata da espécie foi preparada e enviada ao Museu Botânico Municipal de Curitiba, para identificação botânica, que foi realizada por comparação com uma amostra depositada no Museu sob o número de registro MBM 24134.

Foram obtidas 4 amostras de polpas congeladas de *Euterpe oleracea* Martius (açai) de 4 empresas diferentes para a comparação do conteúdo de compostos fenólicos e atividade antioxidante em relação a polpa de *E. edulis*. Estas amostras foram denominadas polpas de açai 1, 2, 3 e 4, e foram analisadas como amostras diferentes, ou seja, as polpas não foram reunidas para as avaliações, foram analisadas individualmente.



FIGURA 8 – FRUTOS DE *Euterpe edulis* MARTIUS

FONTE: AUTORA (2009)



FIGURA 9 – PALMEIRAS DE *Euterpe edulis* MARTIUS EM ÁREA DE CULTIVO, GARUVA, SC. FONTE: AUTORA (2009)



FIGURA 10 – PALMEIRA *Euterpe edulis* MARTIUS COM FRUTOS, EM ÁREA DE CULTIVO, GARUVA, SC. FONTE: AUTORA (2009)

3.2 PRODUÇÃO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Para a produção da polpa de *Euterpe edulis* Martius, os 5 kg de frutos passaram por um processo de despulpamento, utilizando 4 litros de água destilada, conforme esquema representado na figura 11:

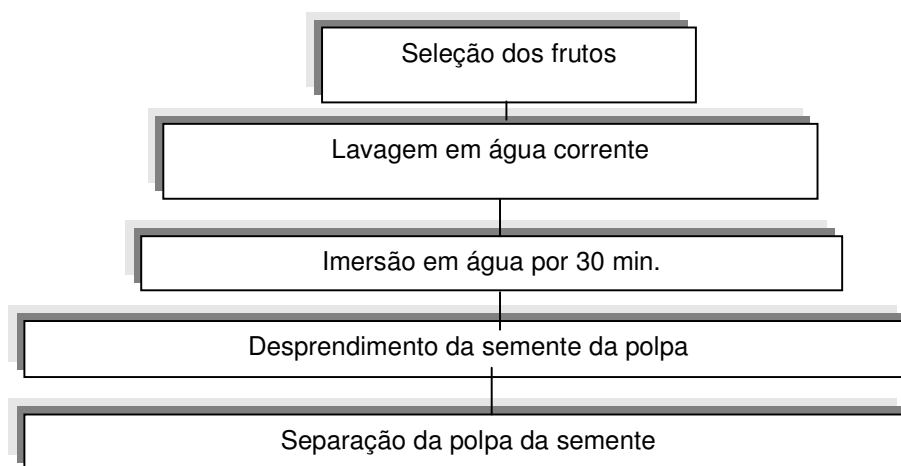


FIGURA 11 – ESQUEMA PARA PRODUÇÃO DA POLPA DO FRUTO DE *Euterpe edulis* MARTIUS

3.3 PREPARO DO EXTRATO ETANÓLICO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Para o preparo do extrato etanólico da polpa de *Euterpe edulis* Martius, a mesma foi deixada em maceração a temperatura ambiente durante 2 semanas em 3 litros de etanol absoluto. Após este período o material foi filtrado. O resíduo vegetal foi novamente extraído com 3 litros de etanol 70% (v/v). Após o período de uma semana o material foi filtrado e o resíduo foi extraído em aparelho soxhlet com 2,8 litros de hexano por 6h.

Finalizada a extração com hexano para a retirada do óleo fixo da polpa, a mesma foi extraída no mesmo equipamento soxhlet com 2,9 litros de etanol por 6 horas. Os extratos etanólicos foram reunidos e concentrados em evaporador rotatório.

3.4 EXTRAÇÃO DO ÓLEO FIXO DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

As sementes foram lavadas e secas a temperatura ambiente. Após as mesmas foram moídas em moinho de facas. O material moído foi extraído em aparelho soxhlet com 3 litros de hexano, figura 12 A. Em cada extração, 400 g de sementes foram extraídas com hexano durante 6 horas, 7 extrações foram realizadas.

Finalizada a extração, o líquido obtido foi concentrado no aparelho soxhlet, até o volume de 31 mL, o líquido concentrado foi transferido para banho-maria a 60 °C, para finalizar a evaporação do solvente.

3.5. PREPARO DO EXTRATO ETANÓLICO DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Após a extração com hexano as sementes foram extraídas com 3 litros de etanol pelo período de 6 horas, figura 12 B. Terminadas as extrações, o extrato etanólico foi concentrado em aparelho soxhlet.



A - extração das sementes com hexano, B - extração das sementes com etanol

FIGURA 12 – EXTRAÇÃO DAS SEMENTES EM SOXHLET

FONTE: AUTORA (2008)

3.6 SEPARAÇÃO LÍQUIDO – LÍQUIDO DOS EXTRATOS ETANÓLICOS

O extrato etanólico da semente e o extrato etanólico da polpa de *Euterpe edulis* Martius, após concentração e eliminação do álcool, passaram por um processo de partição, com solventes orgânicos imiscíveis em água, em polaridade crescente; hexano, clorofórmio e acetato de etila.

Desta forma foi realizada uma partição líquido - líquido em aparelho soxhlet adaptado com o extrato etanólico, utilizando hexano até a exaustão. Em seguida, o extrato foi fracionado com clorofórmio até a exaustão. O mesmo procedimento foi feito para a extração com acetato de etila.

Todas as frações foram concentradas em soxhlet e deixadas à temperatura ambiente para serem evaporadas até a secura. Obtendo-se as frações hexano, clorofórmio e acetato de etila das sementes e da polpa de *E. edulis*.

A fração hidroalcoólica remanescente (fração final dos extratos após a partição com todos os solventes) foi seca em banho-maria a 60 °C, obtendo-se a fração remanescente das sementes e da polpa de *E. edulis*.

Os extratos obtidos foram destinados aos ensaios antioxidantes, alelopáticos, antimicrobianos e de toxicidade.

3.7 ESTUDO FITOQUÍMICO

O estudo fitoquímico das sementes e da polpa de *Euterpe edulis* Mart, consistiu na pesquisa de óleo volátil e dos principais grupos químicos presentes, na identificação dos ácidos graxos presentes nas frações lipofílicas e na quantificação de compostos fenólicos.

3.7.1 PESQUISA DE ÓLEO VOLÁTIL

Para a pesquisa de óleo volátil foram utilizados 200 g de polpa industrializada e 100 g de sementes de *Euterpe edulis* Martius. As amostras foram submetidas à

extração por arraste de vapor d'água em aparelho de Clevenger, durante o período de 6 horas.

3.7.2 PESQUISA DOS PRINCIPAIS GRUPOS QUÍMICOS

Para o estudo qualitativo dos principais grupos químicos da polpa industrializada e das sementes de *Euterpe edulis* Martius foi utilizada a marcha sistemática de MOREIRA (1979) e adaptada por Miguel (2003).

3.7.2.1 EXTRATO AQUOSO A 20%

Para o preparo do extrato aquoso a 20%, 40 g de material vegetal foram macerados em 200 mL de água destilada em banho de água a 70 °C por 1 h, em frasco semi-aberto.

O material foi filtrado e o líquido utilizado para a pesquisa de:

- a) heterosídeos antociânicos: são pigmentos que se comportam como indicadores ácido - base, variando de cor conforme o pH do meio. Para a reação, 15 mL do extrato aquoso foram distribuídos em três tubos de ensaio, um deles foi alcalinizado com NaOH 10% a pH 10, outro tubo acidificado com HCl 10% a pH 1 enquanto o terceiro foi neutralizado. O desenvolvimento de coloração avermelhada (pH 1) e azulada (pH 10) indica reação positiva.
- b) saponinas: os três tubos anteriores foram agitados energeticamente por 5 minutos, repousando por 30 minutos. O resultado é considerado positivo, caso após o repouso a espuma esteja em altura superior a 1 cm.
- c) taninos: os reativos utilizados para caracterizar foram cloreto férrico 1% (forma coloração azul quando positivo), solução de gelatina 2,5% (forma precipitado), cloridrato de emetina 1% (forma precipitado), sulfato de ferro amoniacal (coloração azul) e acetato de chumbo (precipitado).

3.7.2.2 EXTRATO ALCOÓLICO A 20%

Para o preparo do extrato alcoólico a 20%, 40 g de material vegetal foram macerados em 200 mL de etanol em banho de água a 70 °C por 1 h, em frasco semi-aberto.

Nestes extratos foram realizadas pesquisas de:

- a) alcaloides: os reativos utilizados foram Mayer, Dragendorff, Bouchardat e Bertrand. A formação de precipitado ou turvação indica reação positiva.
- b) leucoantocianidinas: 10 mL de cada extrato foram reduzidos a 5 mL em cápsula de porcelana, foram adicionadas 5 gotas de HCl concentrado e aquecido até a ebulição. O desenvolvimento de coloração vermelha indica reação positiva.
- c) heterosídeos flavônicos: 20 mL de cada extrato foram levados a secura e recuperados e 5 mL de etanol, 200 mg de limalha de magnésio e 2 mL de HCl concentrado foram adicionados. O desenvolvimento de colorações amarelas, vermelhas e violetas indicam reação positiva.
- d) flavonoides: 10 mL de cada extrato foram reduzidos à secura, ao resíduo foram adicionados 5 gotas de acetona e 30 mg da mistura de ácido bórico e oxálico (1:1), e após 5 mL de éter etílico. A presença de fluorescência no U.V. 365 nm indica a presença de flavonoides.
- e) cumarinas: em papel de filtro foram feitos 3 pontos de cada extrato, a 2 pontos foram adicionadas 1 gota de NaOH 1 mol/L, uma destas manchas foi coberta com papel alumínio, e o papel deixado em exposição no ultravioleta por 15 minutos. O aparecimento de fluorescência azul na mancha alcalinizada e descoberta indica reação positiva.
- f) antraquinonas: em 30 mL de extrato etanólico, foram adicionados 5 mL de H₂SO₄ a 10%, esperou-se por 30 min. em refluxo, seguido de filtração. Após esfriar, o filtrado foi extraído duas vezes com éter etílico, foram adicionados 5 mL de solução de NH₄OH. No caso de reação positiva ocorre o desenvolvimento de coloração rósea.

- g) esteroides e ou triterpenos: 30 mL do extrato foram evaporados e recuperados em 5 mL de clorofórmio e em seguida filtrado. Foram adicionados a 2 mL do filtrado, 1 mL de anidrido acético e 2 mL de H_2SO_4 concentrado lentamente. A formação de coloração rósea, azul, verde ou amarela indica reação positiva.

3. 7.3 CROMATOGRAFIA GASOSA

Os constituintes do óleo fixo e fração hexano das sementes e as frações hexano e clorofórmio da polpa de *Euterpe edulis* Martius, foram analisadas por meio de cromatografia gasosa. Foi utilizado cromatógrafo gasoso da Agilent, modelo 6850, software EZChrom SI, detector FID, coluna de aço inoxidável DB-23 (60m x 0,25 diâmetro interno x 0,25 filme) e para fase estacionária (50% cianopropil)-metilpolisiloxano.

Pesou-se 100 mg de cada fração e do óleo. Adicionou-se 10 mL hexano + 100 μL KOH 0,2N. Agitou-se no vórtex por 5 minutos. Deixou-se decantar a glicerina e adicionou-se o sobrenadante direto no vial. Foi injetado 1 μL da amostra. O óleo e as frações foram cromatografados sob as seguintes condições de trabalho: fluxo de 30 mL/ min (gás hidrogênio), temperatura do injetor 250°C e temperatura do detector 280°C.

3.7.4 DOSEAMENTO DO CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS

3.7.4.1 PREPARO DA CURVA ANALÍTICA

Para o doseamento dos compostos fenólicos dos extratos etanólico da polpa e da semente de *Euterpe edulis* Martius e das frações AcOEt e remanescente da polpa e da semente, além da fração clorofórmio da semente foi utilizado o método de Folin Ciocalteu. Uma curva padrão foi preparada a partir de uma solução de catequina nas concentrações de 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 µg, para cada tubo foi colocado 200 µL de reativo de Folin Ciocalteu, 80 µL da solução de catequina, 80 µL de etanol e 3,6 mL de água destilada, após a agitação foi esperado 3 min., após foram adicionados 0,4 mL de solução de carbonato de sódio a 35%, em cada tubo. Os tubos foram novamente agitados e deixados em repouso durante 60 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 725 nm. Com os resultados das absorbâncias, os dados foram interpolados e foi determinada a equação da reta.

O mesmo procedimento descrito acima foi realizado no preparo de uma curva padrão de ácido gálico, utilizando concentrações entre 25, 100, 200, 300, 400, 500 e 600 µg, a leitura das absorbâncias foi realizada em 760 nm. Com os resultados das absorbâncias também foi determinada a equação da reta.

3.7.4.2 PREPARO DA AMOSTRA

Para o ensaio, as concentrações utilizadas do extrato etanólico da polpa e da semente de *Euterpe edulis* Martius foram de 211,6 e 90,8 µg, respectivamente, e as frações AcOEt e remanescente da polpa e da semente e a fração clorofórmio da semente foram de 200 µg. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Em um tubo de ensaio foi adicionado 3,6 mL de água destilada, 200 µL do reativo de Folin Ciocalteu, 80 µL das soluções das amostras, o restante do experimento foi idêntico ao realizado com os padrões. Com os resultados das absorbâncias, foram

determinados os resultados expressos em percentual de fenólicos expressos em catequina e ácido gálico.

3.7.5 FLAVONOIDES TOTAIS

Para a quantificação do teor de flavonoides, foi preparada uma curva com soluções de quercetina nas concentrações de 5 a 50 µg/ mL. A 400 µL das soluções de quercetina foram adicionados 200 µL de cloreto de alumínio a 2,5%, 200 µL de acetato de sódio 10% e 4 mL de etanol. A leitura foi realizada 40 min. após em espectrofotômetro a 425 nm. Para o branco foi utilizado etanol, cloreto de alumínio e o acetato de sódio. Foram utilizados os extratos e frações na concentração de 1000 µg para o doseamento de flavonóides. De posse dos valores de absorbância foi obtida a equação da reta. Os ensaios foram realizados em triplicata.

3.7.6 DOSEAMENTO DE PROANTOCIANIDINAS

3.7.6.1 PREPARO DA CURVA ANALÍTICA

O método utilizado para o doseamento das proantocianidinas foi o da vanilina sulfúrica. As soluções estoque de extratos de *Euterpe edulis* Martius preparadas para o doseamento dos compostos fenólicos da polpa foram utilizadas para o doseamento das proantocianidinas. A curva padrão foi preparada conforme a tabela 6 (página 46). Os tubos foram deixados em banho de água a 20 °C por 15 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 500 nm. Os resultados foram interpolados, o gráfico foi preparado e a equação da reta determinada. Os ensaios foram realizados em triplicata.

TABELA 6 - CURVA ANALÍTICA DE PROANTOCIANIDINAS

Curva padrão								
Reagentes	Branco	1	2	3	4	5	6	7
Padrão (0,25mg/ mL)	-	20 µl	40 µl	60 µl	80 µl	100 µl	120 µl	160 µl
Ácido sufúrico70% com 2% de vanilina	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL	2 mL
Etanol	160 µl	140 µl	120 µl	100 µl	80 µl	60 µl	40 µl	-
Água destilada	1mL	1mL	1mL	1mL	1mL	1mL	1mL	1mL

Os resultados obtidos para o doseamento de proantocianidinas, bem como os resultados obtidos para as análises de compostos fenólicos, flavonoides totais e proantocianidinas correspondem à média \pm SD de três repetições, e foram comparadas por análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey para identificar as diferenças significativas entre as médias, utilizando o programa Sisvar, onde as médias a nível de 5% ($p < 0,05$) foram consideradas significantes.

3.8 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

3.8.1 ANÁLISE QUALITATIVA DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO DPPH (2,2-DIFENIL-1-PICRIL-HIDRAZILA)

De acordo com o método descrito por CONFORTI *et al.* (2002), os extratos etanólicos da polpa e da semente de *Euterpe edulis* Martius e suas frações foram submetidos à cromatografia em camada delgada (CCD). Foram utilizadas placas de cromatografia em camada delgada (cromatofolha silicagel 60F₂₅₄ Merck), nas quais foram aplicadas 10 µL de soluções 10 µg/ mL das amostras. As cromatoplasas com as aplicações das frações hexano e clorofórmio foram eluídas na fase móvel tolueno: acetato de etila (93:7), as cromatoplasas com extratos etanólicos e as frações AcOEt e remanescente foram eluídas na fase móvel AcOEt: acetona: água. Após secagem, foram nebulizadas com solução a 0,2 % do DPPH em etanol. As placas foram observadas após 30 min., o aparecimento de manchas amarelas sob fundo de coloração púrpura, é indicativo de possível atividade antioxidante, pela redução do DPPH.

3.8.2. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO 2,2-DIFENIL-1-PICRIL-HIDRAZILA (DPPH)

Os extratos etanólicos da polpa e da semente de *Euterpe edulis* Martius além de suas respectivas frações foram submetidos à avaliação da atividade antioxidante pelo método do DPPH (MENSOR *et al.*, 2001), para tanto, foram preparadas diluições entre 2,5 a 1000 µg/mL. O ácido ascórbico e a rutina foram utilizados como controles positivos de atividade antioxidante. Para o ácido ascórbico foram preparadas diluições entre 1 e 10 µg/mL, para a rutina foram preparadas diluições entre 1,25 e 10 µg/mL.

A 2,5 mL das diluições obtidas foi adicionado 1 mL DPPH 0,3 mmols/L. O branco foi a mistura de 2,5 mL de cada diluição com 1 mL de etanol, ou seja, para cada diluição fez-se um branco. As reações foram realizadas em triplicata por 30 min. a 25 °C. Foi preparado um controle utilizando 2,5 mL de etanol e 1 mL de solução de DPPH

0,3 mmols/L. As absorbâncias das amostras foram lidas no comprimento de onda 518 nm.

Para cada concentração foi determinada a AA% (porcentagem de atividade antioxidante) por meio da seguinte equação:

$$AA\% = 100 - \{[(\text{Abs amostra} - \text{Abs branco}) \times 100] / \text{Abs controle}\}$$

Com os resultados do AA% de cada concentração, foi feito um gráfico para cada extrato e as frações, para o ácido ascórbico e para a rutina. No eixo das abcissas a concentração em $\mu\text{g/mL}$ e na ordenada AA%. Com o auxílio da equação da reta interpolada foi determinado a EC_{50} dos extratos, do ácido ascórbico e da rutina. O EC_{50} é a concentração em $\mu\text{g/mL}$ suficiente para obter 50% do efeito máximo estimado na redução do DPPH.

3.8.3 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE REDUÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNICO.

Os extratos etanólicos da polpa e da semente de *Euterpe edulis* Martius e suas respectivas frações foram utilizados na avaliação da atividade antioxidante pelo método da redução do complexo fosfomolibdênico.

A capacidade antioxidante total determinada pelo método de redução do complexo fosfomolibdênico se baseia na determinação espectrofotométrica da redução do Mo^{+6} a Mo^{+5} , que apresenta absorção máxima em 695 nm (LIMA *et al.*, 2006).

Para todos os extratos foi preparada uma solução aquosa de 200 $\mu\text{g/mL}$. Foi retirada uma alíquota de 0,3 mL para um tubo de ensaio, a qual foi adicionada 1 mL de solução reagente do complexo fosfomolibdênico e 1,5 mL de água destilada. Os tubos foram incubados por 90 min. a 95 °C e depois resfriados até temperatura ambiente. Este procedimento foi realizado em triplicata. As absorbâncias das amostras foram lidas no comprimento de onda 695 nm, utilizando água como branco. A mesma diluição foi

realizada para os padrões ácido ascórbico e rutina. Ambos foram submetidos aos mesmos procedimentos das amostras. A capacidade antioxidante da amostra é expressa em relação ao ácido ascórbico e a rutina, considerando-se a absorbância do ácido ascórbico correspondente a 100% de atividade antioxidante.

A solução reagente do complexo fosfomolibênico foi formada pela reação da solução de Na_3PO_4 (28 mL, 0,1 mol/L), com a solução de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (12 mL, 0,03 mol/L) e a solução de H_2SO_4 (20 mL, 3 mols/L), em meio aquoso e volume final ajustado para 100 mL com água destilada.

3.8.4 DETERMINAÇÃO DO PODER REDUTOR

A avaliação do poder redutor foi realizada de acordo com a metodologia citada por YEN & CHEN (1995), com modificações. A concentração das amostras testadas foi de 200 $\mu\text{g/mL}$. Transferiu-se uma alíquota de 1,0 mL de cada amostra, para tubos de ensaio de 25 mL. Nesta alíquota foram adicionados: 2,5 mL de tampão fosfato 0,2 mol/L (pH 6,6) e 2,5 mL de $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ a 1% (p/v). A mistura foi incubada a 45 °C por 20 min. Foram adicionados 2,5 mL de ácido tricloroacético a 10% (p/v) à solução no tubo de ensaio, com posterior agitação. Um volume de 2,5 mL da mistura foi transferido para outro tubo de ensaio, no qual foram adicionados 2,5 mL de água destilada e 0,5 mL de FeCl_3 a 0,1% (p/v), sob agitação. A leitura da absorbância foi realizada a 700 nm. A elevada absorbância indica grande poder redutor. As leituras foram realizadas em triplicata e neste teste utilizou-se como 100% de atividade a absorbância do padrão ácido ascórbico.

3.8.5 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO TIOCIANATO FÉRRICO

A atividade antioxidante pelo método do tiocianato férrico foi avaliada de acordo com a metodologia descrita por KIKUZAKI & NAKATANI (1993) e RAYMUNDO; HORTA; FETT (2004), com modificações. Uma mistura contendo 0,25 mL dos extratos da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius e suas respectivas frações na concentração de 1000 µg/mL, 0,25 mL de etanol, 0,55 mL de ácido oleico a 2,51% (p/v) em etanol (99,0% v/v), 2 mL de tampão fosfato 0,05 mols/L (pH 7,0) e 0,9 mL de água destilada foi colocada em tubos e deixados em banho-maria a $50,0 \pm 0,5$ °C. Para 25 µL desta solução foram adicionados 3,25 mL de etanol 75% (v/v), 25 µL de tiocianato de amônio a 30% (p/v) e 25 µL de cloreto ferroso 0,02 mol/L. Após 3 minutos de reação à temperatura ambiente ($25,0 \pm 0,5$ °C), foi realizada leitura da absorbância a 500 nm, em espectrofotômetro, o que se repetiu a cada 24 horas, até que a cor púrpura do controle alcançasse um valor máximo.

A porcentagem de inibição na oxidação lipídica foi calculada de acordo com a fórmula:

$$\% \text{ inibição} = \frac{\text{abs. média final do controle} - \text{abs. média final da amostra}}{\text{abs. média final do controle}} \times 100$$

3.8.6 AVALIAÇÃO DO PODER SEQUESTRADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

A habilidade dos extratos em sequestrar peróxido de hidrogênio foi determinada de acordo com o método descrito por RUCH; CHENG; KLAUNIG (1989), uma solução (4 mmols/L) de peróxido de hidrogênio foi preparada em tampão fosfato (pH 7,4). A concentração de peróxido de hidrogênio foi determinada espectrofotometricamente no comprimento de onda de 230 nm. A 0,1 mL dos extratos da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius e suas respectivas frações na concentração de 1000 µg/mL

foram adicionados 0,9 mL de etanol e 0,6 mL de peróxido de hidrogênio. Após 10 minutos de reação, à temperatura ambiente ($25,0 \pm 0,5$ °C) realizou-se leitura em espectrofotômetro, em comprimento de onda de 230 nm, contra solução branco contendo o extrato em tampão sem peróxido de hidrogênio. O cálculo da atividade sequestradora de peróxido de hidrogênio deu-se por meio da fórmula:

$$\% \text{ de sequestro } \text{H}_2\text{O}_2 = 100 \times \frac{(\text{Abs controle} - \text{Abs amostra})}{\text{Abs controle}}$$

3.8.7 MÉTODO DA REAÇÃO DE FENTON (DEGRADAÇÃO DA DESOXIRRIBOSE)

A capacidade dos extratos para evitar a decomposição da desoxirribose induzida pelo Fe^{++} e H_2O_2 foi avaliada usando o método de HALLIWELL & GUTTERIDGE (1981). A 500 μL dos extratos da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius e suas respectivas frações na concentração de 1000 $\mu\text{g/mL}$ foram adicionados 120 μL de solução de desoxirribose 20 $\mu\text{mol/L}$, 0,125 mL de tampão fosfato de sódio 0,1 mol/L, 40 μL de peróxido de hidrogênio 20 $\mu\text{mol/L}$, 40 μL de sulfato ferroso 500 $\mu\text{mol/L}$ e 500 μL de água destilada. A mistura foi incubada por 30 minutos a 37 °C. Após foram adicionados 500 μL de solução de ácido tricloroacético 2,8% e 400 μL de ácido tiobarbitúrico 0,6%. A mistura foi novamente incubada a 30 °C por 20 min. A leitura foi realizada em 532 nm.

Os resultados das metodologias antioxidantes correspondem à média \pm SD de três repetições, e foram comparadas por análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey para identificar as diferenças significativas entre as médias, utilizando o programa Sisvar, onde as médias a nível de 5% ($p < 0,05$) foram consideradas significantes.

3.9 COMPARAÇÃO DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

A polpa de *Euterpe oleracea* Martius (açaí) é reconhecida pelas suas propriedades antioxidantes, que causam benefícios à saúde. Parte desta atividade antioxidante é atribuída à presença das antocianinas e demais compostos fenólicos como flavonoides e proantocianidinas. A presente comparação da polpa industrializada de *Euterpe edulis* Martius com amostras de polpa de *E. oleracea* foi realizada no sentido de se avaliar a potencial capacidade antioxidante da polpa de *E. edulis*, e verificar se esta apresenta capacidade antioxidante igual ou superior às polpas de *E. oleracea*, justificando desta forma o emprego da polpa de *E. edulis* na indústria de alimentos e suplementos tal como o *E. oleracea*.

3.9.1 QUANTIFICAÇÃO DAS ANTOCIANINAS DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Para a determinação do teor de antocianinas da polpa industrializada de *Euterpe edulis* Martius e de quatro amostras de *Euterpe oleracea* Martius (açaí) obtidas de diferentes indústrias, foram utilizados o método de LEES & FRANCIS (1972) e a metodologia preconizada pela AHP (American Herbal Pharmacopoeia) para a determinação de antocianinas em frutos de mirtilo (*Vaccinium myrtillus* L.). As quatro polpas de *E. oleracea* foram denominadas como polpa de açaí 1, polpa de açaí 2, polpa de açaí 3 e polpa de açaí 4.

No método de LEES & FRANCIS (1972) foram pesados 5 g de cada polpa e estas foram misturadas com solução extratora de etanol 95%: HCl 1,5 N (85:15) v/v, aproximadamente 80 mL. Cada mistura foi colocada em geladeira por 12 h a 4 °C. Após este período o material foi filtrado e o resíduo foi lavado para a remoção dos pigmentos. O líquido filtrado foi colocado em um balão volumétrico de 100 mL, que foi completado com a solução extratora. A solução foi deixada em repouso por 2 horas no escuro. Após

foi realizada a leitura em 535 nm, utilizando a solução extratora como branco. Para o cálculo da quantidade de antocianinas totais em mg/100 g, foi utilizada a seguinte equação:

$$AT = \frac{\text{Absorbância max.} \times \text{fator de diluição}}{E}$$

AT = antocianinas totais

E = 982

Foi utilizado o valor de E encontrado por LEES & FRANCIS (1972), para o extrato de cranberry (oxicoco, uva do monte) igual a 982. Este valor corresponde a uma mistura de antocianinas purificadas obtidas do suco de cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Aiton) (BOBBIO *et al.*, 2000). As determinações foram efetuadas em triplicata.

Na metodologia preconizada pela AHP, foram pesados aproximadamente 1 g de material, adicionados 95 mL de metanol, sonificado por 30 minutos, o material foi filtrado e completado para o volume para 100 mL. Após foi preparada uma diluição de 20 vezes com solução de ácido clorídrico a 0,1% em metanol. A leitura foi realizada no comprimento de onda de 528 nm, utilizando a solução de ácido clorídrico como branco. O cálculo do teor em percentual de antocianinas é dado pela presente fórmula:

$$T = \frac{A \times 2000}{772 \times m}$$

T = percentual de antocianinas expressas em cianidina 3-glicosídeo

A = absorbância em 528 nm

m = massa em gramas

Todos os experimentos foram realizados em triplicata. Os resultados obtidos correspondem à média \pm SD, e foram comparadas por análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey para identificar as diferenças significativas entre as médias,

utilizando o programa Sisvar, onde as médias a nível de 5% ($p < 0,05$) foram consideradas significantes.

3.9.2 PERFIL CROMATOGRÁFICO DAS ANTOCIANINAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Foi determinado um perfil cromatográfico para a comparação das antocianinas da polpa de *Euterpe edulis* Martius com as polpas de *Euterpe oleracea* Martius (açaí). Para isso 5 g de polpa foi extraída com 10 mL de hexano, para a retirada de compostos lipossolúveis. O hexano foi descartado, foram adicionados na amostra 20 mL de metanol a 1% acidificado com ácido clorídrico, a polpa foi extraída por 3 vezes com esta solução. Após o volume foi completado para 50 mL, resultando em uma diluição 1:10. Em virtude do baixo teor de antocianinas das amostras das polpas 2, 3 e 4, estas foram diluídas na proporção de 1:1.

Uma alíquota de 20 μ L de cada amostra foi submetida à CLAE (cromatografia líquida de alta eficiência) equipamento Merck Hitachi (HPLC System Manager Report) utilizando coluna Lichrospher[®] RP 18, 250 x 10 mm

Os solventes utilizados para a separação foram:

- Solvente A: Fase ácida (H_2PO_4 0,2%, H_2SO_4 0,02N)
- Solvente B: Metanol

A vazão dos eluentes foi de 1 mL/min. e o sistema gradiente empregado encontra-se descrito na tabela 7:

TABELA 7 – SISTEMA GRADIENTE EMPREGADO NA CLAE

Tempo (minutos)	Solvente A (%)	Solvente B (%)
0,0	100	0
45	5,0	95
49	5,0	95
50	100	0

3.9.3 QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS, PROANTOCIANIDINAS E FLAVONOIDES DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

As mesmas metodologias utilizadas para a determinação de fenólicos, proantocianidinas e flavonoides dos extratos foram utilizadas para a determinação da polpa industrializada de *Euterpe edulis* Martius e das amostras de polpa de *Euterpe oleracea* Martius (açaí).

3.9.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

O doseamento das antocianinas, compostos fenólicos e proantocianidinas foram expressos também em relação às polpas desidratadas. Para isso foi determinado o teor de resíduo seco das polpas utilizando a metodologia na FARMACOPÉIA BRASILEIRA (2010), os experimentos foram conduzidos em triplicata.

3.9.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

As mesmas metodologias empregadas para a avaliação da atividade antioxidante dos extratos foram utilizadas para as polpas.

3.10 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ALELOPÁTICA

Na avaliação da atividade alelopática foram utilizadas as metodologias para avaliação do crescimento de espécies alvo utilizando a caixa gerbox (CENTENARO *et al.* 2009), placas de petri (SILVA *et al.*, 2009) e o método do sanduíche de FUJII *et al.* (2003). Também foram avaliados o teor de proteínas e clorofilas totais, atividade enzimática e respiratória de raízes além do índice mitótico em plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a ação dos extratos da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius e suas frações.

3.10.1 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX

Para o ensaio foram utilizadas sementes de *Lactuca sativa* L., popularmente conhecida como alface, classe fiscalizada, cultivar Babá de Verão, fornecedor Top Seeds, lote 24716, com 97% de germinação detectada por meio de teste padrão de germinação.

Foram utilizadas sementes de *L. sativa*, de acordo com as recomendações bibliográficas mais usuais para o teste. As sementes referidas são pequenas e com grande área superficial, viabilizando o processo de germinação, não requerendo nenhuma manipulação. Outras sementes poderiam ser utilizadas para o mesmo tipo de ensaio, como as de tomate, trigo, arroz e sorgo, entre outras, inclusive de ervas daninhas como picão preto.

Foram preparadas soluções em concentrações decrescentes de 0,8; 0,4; 0,2 e 0,1 mg/mL dos extratos etanólicos e das frações da polpa e da semente de *Euterpe edulis* Martius, utilizando os solventes, etanol, hexano, clorofórmio, acetato de etila para dissolver as soluções.

Folhas de papel Whatman número 6 colocadas em placa de petri, foram embebidas com 1 mL das soluções dos extratos e das frações particionadas. O conjunto foi submetido à secagem em estufa a 50 °C por um período de 24 horas.

Após a evaporação do solvente, os papéis de filtro correspondentes a cada diluição foram colocados em caixas gerbox sob fluxo laminar. As caixas gerbox foram previamente higienizadas com hipoclorito de sódio. Na sequência foram adicionados 6

mL de água destilada e sementes de *L. sativa* em 4 repetições, em cada caixa foram colocadas 20 sementes. Após a semeadura, as caixas foram colocadas em câmara de germinação (BOD), previamente regulada a uma temperatura de 24 °C. Em paralelo houve a germinação do controle do solvente e de água nas mesmas condições de preparo. Decorridos 7 dias, foram realizadas as leituras em papel milimetrado dos comprimentos da radícula (origina a raiz) e do hipocótilo (origina o caule), figura 13.

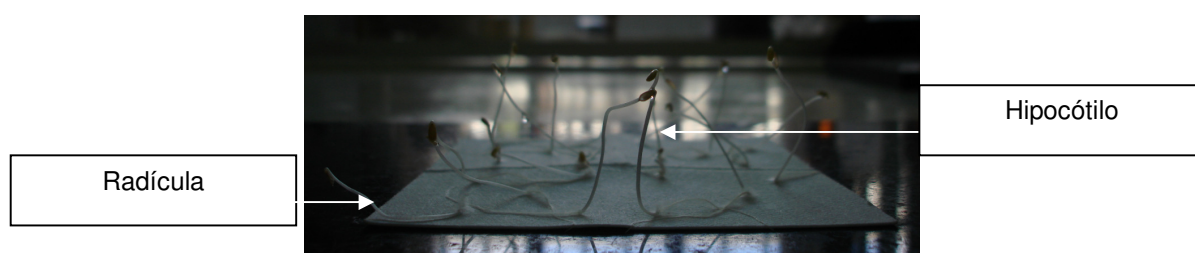


FIGURA 13 – PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. APÓS 7 DIAS DE GERMINAÇÃO
 FONTE: AUTORA (2009)

O mesmo procedimento de preparo, com as mesmas concentrações utilizadas para o teste de crescimento foi realizado para o teste da germinação. Em paralelo foi promovida a germinação sementes nas mesmas condições de temperatura, umidade e quantidade, com os controles de solvente e de água. No ensaio do teste de germinação, foram verificadas diariamente quantas sementes germinaram na presença dos extratos e das frações, em comparação aos controles contendo água. Desta forma, foi possível avaliar se o extrato inibe ou estimula a germinação das sementes.

Após a semeadura, as caixas foram colocadas em câmara de germinação (BOD) previamente regulada a uma temperatura de 24 °C. Diariamente, durante o período de 5 dias consecutivos, foi realizada a leitura da germinação nas respectivas concentrações dos extratos e dos controles. Os resultados foram submetidos à análise de acordo com a germinação do grupo controle.

O índice de velocidade de germinação foi calculado por meio da seguinte fórmula $IVG = G1/N1 + G2/N2 + G3/N3 + G4/N4 + G5/N5$, onde G1, G2... G5, Gn é o número de sementes germinadas e N1, N2 .. N5, Nn é o número de dias após a semeadura (HOFFMANN *et al.* 2007).

Os delineamentos estatísticos para os experimentos de crescimento e germinação foram inteiramente casualizados com quatro repetições. Para análise estatística, foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2000) e a comparação das médias realizada por meio do teste Scott-Knott com 5% de probabilidade (CENTENARO *et al.*, 2009).

3.10.2 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI

Foram preparadas soluções de 1000 mg/L dos extratos e frações da polpa e da semente de *Euterpe edulis* Martius, dissolvidas em DMSO (Dimetilsulfóxido) a 0,1% (DAYAN; ROMAGNI; DUKE, 2000) e as concentrações de 500 e 250 mg/L preparadas por diluição. As soluções foram tamponadas com solução de MES (ácido 2-morfolinoetanossulfônico) 10 mmols/l, e o pH foi ajustado para 6,0 (MACIAS; CASTELLANO; MOLINILLO, 2000) com solução de KOH 0,1 N, utilizando pHmetro. Os extratos e frações foram também ensaiados com alface (*Lactuca sativa* L., cultivar Grand Rapids). Para os bioensaios de germinação, aplicou-se a metodologia de MACIAS; CASTELLANO; MOLINILLO (2000). As placas de petri (9,0 cm de diâmetro) contendo papel filtro Whatman número 1, previamente autoclavados a 120°C por 20 minutos, receberam 5,0 mL da solução dos tratamentos, preparadas nas concentrações de 250, 500, e 1000 mg/L. Em seguida, foram semeadas aleatoriamente sobre cada disco de papel filtro, 50 sementes de alface, com quatro repetições para cada solução, conforme BRASIL (1992). Como controle, procedimento similar foi utilizado, porém, com ausência dos extratos e frações.

As placas de petri contendo as sementes foram colocadas em uma câmara de germinação (BOD), com condições de luz (160 W), e temperatura constante, de acordo com BRASIL (1992) (alface, 25°C com luz interna constante). A contagem para avaliar a germinação foi realizada diariamente, tendo como critério a protrusão radicular com no mínimo 2,0 mm de comprimento. O experimento foi considerado concluído quando a germinação foi nula por três dias consecutivos.

Para a avaliação do crescimento, após três dias da protrusão radicular, mediu-se o alongamento da raiz e do hipocótilo (dez plântulas por placa) utilizando papel milimetrado. Após essas plântulas foram secas em uma estufa a 105°C até peso constante para a obtenção da massa seca.

O mesmo procedimento estatístico empregado na avaliação do crescimento e germinação em caixa gerbox (item 3.10.1), foi adotado para a avaliação do crescimento e germinação em placas de petri.

3.10.3 ANÁLISE ENZIMÁTICA DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Para a avaliação dos testes de atividade enzimática, o extrato enzimático foi preparado utilizando 2,0 g de plântulas provenientes do ensaio realizado em placas de petri após 7 dias de germinação, nas concentrações de 1000, 500 e 250 mg/L, além do mesmo controle (sem a adição de extratos) utilizado para a avaliação do crescimento, para a comparação. As amostras foram maceradas em almofariz com nitrogênio líquido e acondicionados a -18°C.

No momento das análises, as amostras foram colocadas em tubos de Falcon de 15 mL e homogeneizadas com tampão fosfato de sódio, pH 7,0, 50 mmol/L, contendo EDTA 2 mmol/L e ácido ascórbico 5 mmol/L. O material foi centrifugado a 3000 rpm por 20 minutos. O sobrenadante foi recolhido e utilizado como extrato bruto para as dosagens enzimáticas, sendo o precipitado descartado (MARQUES & XAVIER FILHO, 1991).

Os resultados apresentados correspondem à média \pm SD de três repetições, e foram comparados por análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey para identificar as diferenças significativas entre as médias, utilizando o programa Sisvar, onde as médias em nível de 5% ($p < 0,05$) foram consideradas significantes.

3.10.3.1 ATIVIDADE DA SUPERÓXIDO DISMUTASE (SOD)

Atividade da superóxido dismutase foi determinada segundo método utilizado por GUPTA *et al.* (1993). O sistema de reação consistiu em 3 mL da mistura de fosfato de potássio 50 mmol/L (pH 7,8), metionina 9,9 mmol/L, azul de nitrotetrazolium 57 $\mu\text{mol/L}$ (NBT), riboflavina 44 mmol/L e 100 μL de extrato enzimático. Os tubos de vidro foram expostos dentro de uma câmara com luz fluorescente de 15 Watts por 10 minutos. Tudos de ensaio não iluminados foram utilizados como controle.

No ensaio, uma unidade SOD foi definida como a quantidade da enzima necessária para inibir em 50% a foto-redução do azul de nitrotetrazolium. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 560 nm e a atividade da SOD foi expressa em Unidade SOD . g^{-1} MF.

3.10.3.2 ATIVIDADE DA PEROXIDASE (POD)

Foi determinada segundo PÜTTER (1974). O sistema de reação apresentava 1 mL de tampão fosfato de sódio (0,1 mol/L, pH 7,0), 1 mL de extrato enzimático, 500 μL de guaiacol 0,5% e 500 μL de H_2O_2 0,08%. Em seguida foi realizada a leitura da absorbância em 470 nm. O resultado é expresso em mmol de tetraguaiacol produzido ($\text{mg de proteína}^{-1}$).

3.10.3.3 ATIVIDADE DA CATALASE (CAT)

O ensaio para a determinação da catalase consistiu na adição de 3 mL de peróxido de hidrogênio a 12,2 mmols/L em uma mistura de reação contendo 3 mL de tampão fosfato de sódio 50 mmols/L (pH 6,0) e 100 μL do extrato enzimático. O decréscimo do peróxido de hidrogênio foi monitorado pela absorbância a 240 nm, em intervalos de 10 segundos por um período de 1 minuto. A diferença de absorbância ($\Delta A_{240 \text{ nm}}$), foi dividida pelo coeficiente de extinção molar do peróxido de hidrogênio, $39,4 \text{ M}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ (AEBI, 1984). A atividade da CAT foi expressa em $\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} . \text{g}^{-1}$ MF.

3.10.3.4 ATIVIDADE DA ASCORBATO PEROXIDASE (APX)

A determinação da atividade da ascorbato peroxidase foi realizada de acordo com AMAKO; CHEN; ASADA, (1994). O meio de reação para APX continha 1 mL de tampão fosfato de potássio 50 mmol/L (pH 7,0), peróxido de hidrogênio 1 mmol/L, ácido ascórbico 0,5 mmol/L, EDTA 0,1 mmol/L e 500 μ L do extrato enzimático. A taxa de oxidação do ascorbato foi estimada pelo monitoramento do decréscimo da absorbância a 290 nm, obtida em espectrofotômetro, e a atividade da APX foi expressa em μ mol de H_2O_2 $min^{-1} \cdot g^{-1}MF$.

3.10.3.5 ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE (PPO)

A atividade de polifenoloxidase foi determinada de acordo com DUANGMAL & APENTEN (1999), pela mensuração da conversão do catecol em quinona. O substrato utilizado foi composto por 0,5 mL de catecol 0,1 mol/L, 1 mL de tampão fosfato de sódio 0,05 mol/L (pH 6,0) e 1 mL do extrato enzimático. A reação, que ocorreu a 30 °C, por 30 minutos foi transferida para um banho de gelo. Foram adicionados 0,5 mL de ácido perclórico a 1,4% e deixado em repouso por 10 minutos. As leituras foram feitas a 395 nm em espectrofotômetro. Os resultados foram expressos em unidades de PPO, sendo que uma unidade foi definida como um incremento de absorbância de 0,001 por min de reação por mg de proteína total.

3.10.3.4 ATIVIDADE DA α -AMILASE

Para a determinação da α -amilase, 0,4 mL do extrato enzimático foi colocado em banho-maria a 70°C durante 20 minutos, foram adicionados 0,5 mL de tampão acetato de sódio, 1 mL de solução de amido a 1%, permanecendo incubado a 30°C por 5 minutos. Após, foi adicionado 0,5 mL de lugol e 1 mL de água destilada. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 1965). Os resultados foram expressos em μ g de amido hidrolizado $min^{-1} g$ de sementes⁻¹.

3.10.4 ANÁLISE DE PROTEÍNAS TOTAIS DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

A quantificação foi realizada nos mesmos extratos enzimáticos preparados no item 3.10.3 pelo método descrito por BRADFORD (1976). A concentração de proteína dos extratos foi determinada por comparação com uma curva padrão de albumina sérica bovina (BSA), por espectrofotometria, a 594 nm de absorbância.

Em 300 µl de extrato enzimático obtido nas concentrações de 1000, 500 e 250 mg/L de cada amostra, foram adicionados 3 mL de tampão fosfato 0,1mol/L e 300 µL de reagente de Bradford. A mistura foi deixada em repouso por 5 minutos a leitura foi realizada a 595 nm. Os resultados correspondem à média \pm SD de três repetições, e foram comparados por análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey para identificar as diferenças significativas entre as médias, utilizando o programa SISVAR, onde as médias em nível de 5% ($p < 0,05$) foram consideradas significantes.

3.10.5 TEOR DE CLOROFILA DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS A AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Os teores de clorofila foram determinados após a maceração em almofariz e extração com DMSO das partes aéreas das plântulas provenientes do ensaio realizado em placas de petri após 3 dias de germinação (CAYON *et al.*, 1990, com modificações), nas concentrações de 1000, 500 e 250 mg/L dos extratos e das frações da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius, além do controle sem extrato utilizado no mesmo ensaio. As absorbâncias das soluções foram lidas nos comprimentos de onda de 645 e 663 nm e, a partir desses dados, foram calculados os teores de clorofila a, de clorofila b e de clorofila total (ARNON, 1949). Foi utilizado o mesmo procedimento estatístico do item 3.10.4.

3.10.6 TESTE DA RESPIRAÇÃO DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

A respiração potencial das células radiculares das plântulas de alface foi estimada por meio da redução do cloridrato de trifênil tetrazólio (TTC) pela atividade de enzimas desidrogenases e do surgimento do formazan. Foram utilizadas as radículas das plântulas provenientes do ensaio realizado em placas de petri, nas concentrações de 1000, 500 e 250 mg/L, após 3 dias de germinação, além do controle sem extrato utilizado no mesmo ensaio. Para a avaliação dessa característica as raízes foram cortadas, sendo transferidas para tubos de ensaio onde foram adicionados 3 mL de cloridrato de trifênil tetrazólio (TTC) 0,6% (p/v) em tampão fosfato 0,05 mol/L (pH 7,0). Os tubos de ensaio colocados em estufa a 40 °C por 15 horas. As concentrações de extratos avaliadas foram de 1000, 500 e 250 mg/L.

Ao final desse período, as soluções de TTC foram drenadas dos tubos de ensaio e as raízes lavadas uma vez em água destilada. Os tubos de ensaio contendo as raízes foram novamente transferidos para o banho-maria com água fervente (± 100 °C), sendo então adicionados 7 mL de etanol 95% (v/v). Decorridos 10 minutos, as soluções etanólicas obtidas foram drenadas. Após o resfriamento à temperatura ambiente, as absorbâncias dessas soluções etanólicas foram lidas em comprimento de onda de 530 nm (STEPONKUS & LANPHEAR, 1967). Foi empregado o mesmo procedimento estatístico do item 3.10.4, página 62.

3.10.7 ÍNDICE MITÓTICO DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Para a avaliação do índice mitótico, radículas das plântulas provenientes do ensaio realizado em placas de petri nas concentrações de 1000, 500 e 250 mg/L, após 3 dias de germinação, foram fixadas e submetidas a uma hidrólise ácida em HCl 1 N a 60° C, durante 8 minutos e posteriormente submetidas ao reativo de Schiff por 2 horas, em local escuro. As pontas das raízes foram seccionadas, e colocadas em lâmina, para a extração das suas regiões meristemáticas. Para intensificar a coloração das células, foi adicionada aos meristemas uma gota de carmim acético (1%). O material foi recoberto por lamínula, onde, foi feita uma leve pressão, somente para proporcionar um melhor espalhamento das células sobre a lâmina. Essa pressão foi bem suave, para não haver comprometimento das análises. O material foi analisado em microscópio com aumento de 400 vezes, contando-se o número de células em cada fase da mitose (prófase, metáfase, anáfase e telófase). Para cada tratamento foram preparadas três lâminas, avaliando-se três campos por lâmina.

O índice mitótico foi obtido dividindo-se o número de células em mitose (prófase + metáfase + anáfase + telófase) pelo número total de células (interfase + mitose) multiplicando-se por 100. O procedimento estatístico foi o mesmo adotado no item 3.10.4, página 62.

3.10.8 MÉTODO DO SANDUÍCHE

O presente experimento avaliou a ação alelopática do material vegetal da polpa industrializada de *Euterpe edulis* Martius e das sementes de *E. edulis* sobre o desenvolvimento da planta daninha corda de viola, *Ipomoea hederifolia* L. FUJJI *et al.* (2003) desenvolveram este método para identificação de atividade alelopática de lixiviados de folhas, denominado método sanduíche. O presente método consiste em adicionar as folhas da espécie teste entre duas camadas de agar, possibilitando a translocação de substâncias para a espécie alvo (CÂNDIDO *et al.*, 2010).

Uma solução de agar a 0,5% foi preparada e autoclavada a 121°C por 15 minutos em 1 atmosfera. Para o ensaio 10 mL desta solução foram adicionados, sob fluxo laminar, em placas de petri previamente esterilizadas contendo 10, 25 e 50 mg de polpa e de sementes moídas de *E. edulis* (figura 14). Após o endurecimento, foram adicionados mais 10 mL da solução de agar. Verificado o endurecimento do meio foram adicionadas 25 sementes de corda de viola, *I. hederifolia*, lote IPOHF. As placas foram incubadas a 35 °C em uma câmara de germinação (BOD), com condições de luz (160 W), umidade relativa (\pm 80%) e fotoperíodo de 12 horas.

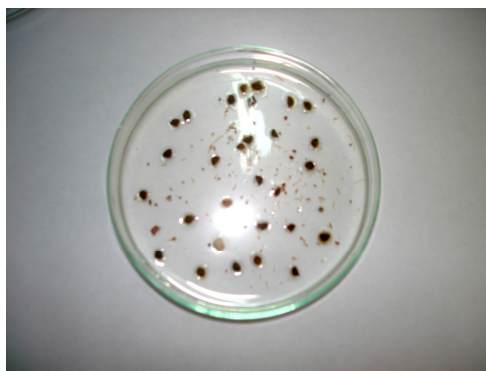


FIGURA 14 – SEMENTES DE *Ipomoea hederifolia* L. DISTRIBUÍDAS NO ÁGAR. CONTENDO SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS MOIDAS.

FONTE: AUTORA (2011)

Como controle procedimento similar foi utilizado, contudo com ausência do material vegetal (figura 15). A contagem para avaliar a germinação foi realizada diariamente, tendo como critério a protrusão radicular com no mínimo 2,0 mm de comprimento. O experimento foi considerado concluído quando a germinação foi nula por três dias consecutivos.

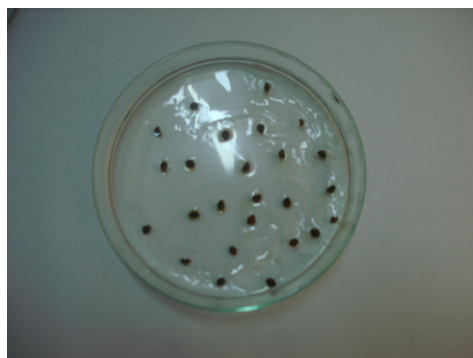


FIGURA 15 – CONTROLE DE SEMENTES DE *Ipomoea hederifolia* L. DISTRIBUÍDAS NO ÁGAR. FONTE: AUTORA (2011)

Para a avaliação do crescimento, após 7 dias foi medido o alongamento da raiz e do hipocótilo (dez plântulas por placa) utilizando papel milimetrado (figura 16). Posteriormente essas plântulas foram levadas para secar em uma estufa a 105°C até peso constante para a obtenção da massa seca.

Os delineamentos estatísticos para os experimentos de crescimento, germinação e massa seca foram inteiramente casualizados com quatro repetições. Para análise estatística, foi utilizado o programa SISVAR (FERREIRA, 2000) e a comparação das médias realizada por meio do teste Scott-Knott com 5% de probabilidade (CENTENARO *et al.* 2009).

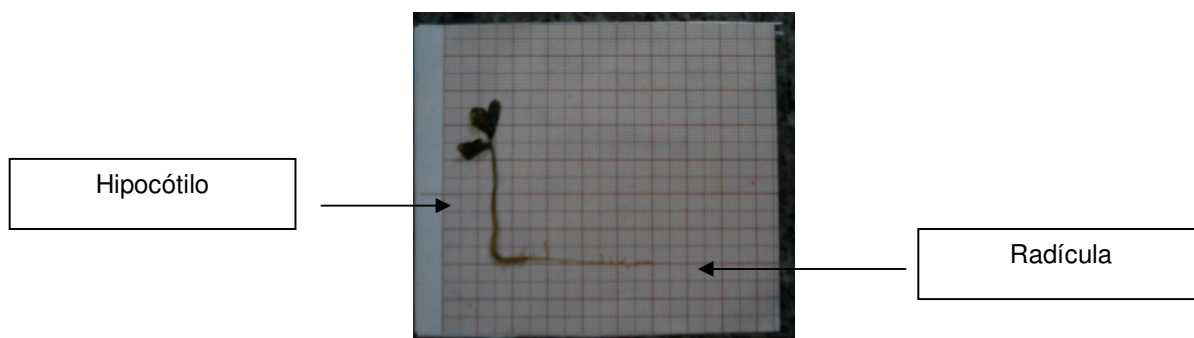


FIGURA 16 – MEDIÇÃO DE *Ipomoea hederifolia* L. APÓS 7 DIAS DE CRESCIMENTO. FONTE: AUTORA (2009)

3.11 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA

3.11.1. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA PELO MÉTODO DA DIFUSÃO EM GEL

Para a avaliação da atividade antibacteriana dos extratos e frações da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius foi utilizado inicialmente o método da difusão em gel. Os extratos e frações foram incorporados em discos de papel, e foi verificada a inibição sobre o crescimento de *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) pela formação de halo de não crescimento ao redor dos discos impregnados. As cepas foram obtidas da empresa Newprov.

Os resultados obtidos na avaliação antibacteriana (média dos halos de inibição do crescimento) foram analisados estatisticamente por meio do teste *t* de Student, com limite de confiança de 95%

3.11.1.1 PREPARO DO INÓCULO

As cepas de *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), foram repicadas em ágar Mueller Hinton e incubadas a 35 °C por 24 h.

Uma suspensão de cada bactéria foi preparada em 10 mL de salina estéril comparando-se com a turbidez do tubo número 5 da escala Mac Farland (0,5 mL de BaCl₂ a 1% em 9,5 mL de H₂SO₄ a 1%).

Um Swab estéril foi mergulhado na suspensão bacteriana, para retirar o excesso de líquido, o swab foi pressionado contra as paredes do tubo. O Swab foi esfregado na superfície de cada placa de petri contendo o meio ágar Mueller Hinton em várias direções.

3.11.1.2 TESTE DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA

Os extratos e frações da polpa e da semente de *Euterpe edulis* Martius foram dissolvidos em etanol, 0,1 g em 8 mL de solvente, 80 µL desta solução foram impregnados em discos de papel estéreis, resultando em 1000 µg de extrato por disco.

Discos de controle dos solventes foram preparados impregnando 80 µL dos solventes utilizados. Os discos contendo os extratos, frações e controle de solventes permaneceram em estufa a 50 °C por 12 h até secagem completa dos líquidos.

Os discos impregnados com os extratos foram colocados com o auxílio de uma pinça estéril nas placas inoculadas com as bactérias. No centro de cada placa foi colocado um disco de cloranfenicol de 30 µg como controle positivo de inibição.

Os testes foram realizados em duplicata para cada microorganismo. As placas foram incubadas na estufa a 35 °C por 24 h. Após este período as placas foram retiradas da estufa e os halos de inibição foram medidos.

Foi realizado controle de esterilidade do meio e dos discos de papel. Também foram realizados para cada microorganismo controle dos solventes utilizados.

3.11.2. AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA

A fração hexano da polpa de *Euterpe edulis* Martius apresentou o melhor resultado de inibição do crescimento bacteriano no teste de atividade antimicrobiana das frações testadas, por isso esta fração foi submetida ao teste de concentração inibitória mínima. As bactérias utilizadas no ensaio foram *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028), *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853).

Neste método as bactérias foram adicionadas no meio de cultura líquido, contendo diversas concentrações da fração hexano da polpa: 1000, 500, 250, 125, 62,5, 31,25 e 15,62 µg/mL.

3.11.2.1. PREPARO DO INÓCULO

As cepas das bactérias foram repicadas em 10 mL de caldo trípico de soja e incubadas a 35 °C por 24 h antes do ensaio. Após as 24 h de incubação, os tubos contendo o caldo e os microorganismos foram comparados com a turbidez do tubo número 5 da escala Mac Farland. Do caldo contendo os microorganismos foram retirados 2 mL e colocados em 100 mL de solução estéril de Tween 80 a 2% em água destilada.

3.11.2.2. PREPARO DAS AMOSTRAS

Para cada amostra foram utilizados 7 tubos para as diluições, no primeiro tubo com 2 mL do caldo foram adicionados 40 µL de uma solução do extrato com etanol (0,05 g/mL). O tubo foi homogeneizado e 1 mL foi retirado e passado para o segundo tubo resultando em uma diluição 1:2, na sequência foi realizado o mesmo procedimento, resultando em diluição 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, 1:64, respectivamente, do último tubo foi descartado 1 mL.

3.11.2.3. TESTE DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA

No meio de cultura contendo a amostra foi adicionado 1 mL da suspensão bacteriana. Para o controle positivo foi utilizado 1 mL de suspensão de bactérias e 1 mL de caldo, e para o controle negativo, um tubo com extrato diluído em caldo trípico de soja, na concentração de 1:2, sem a inoculação de microorganismos. Os tubos foram inoculados 35 °C por 24 h.

Após as 24 horas foi feita a leitura, que foi realizada comparando-se cada tubo com o controle negativo. O MIC, a concentração inibitória mínima, é a menor concentração da amostra em que não houve o crescimento microbiano.

3.11.3 BIOAUTOGRAFIA

A bioautografia consiste em submeter o extrato ou fração a uma cromatografia em camada delgada, e posterior inoculação em meio contendo uma espécie de bactéria e revelador trifeniltetrazolina, para que em condições determinadas seja verificada a ausência de coloração rósea indicando a inibição do crescimento microbiano e desta forma identificando pelo R.f qual a substância ou grupo de substâncias com atividade antimicrobiana. No presente ensaio foi utilizada a fração hexano da polpa de *Euterpe edulis* Martius.

3.11.3.1. PREPARO DO INÓCULO

As suspensões bacterianas foram padronizadas em solução salina pela escala 5 de MacFarland de acordo com o procedimento descrito no item 3.11.1.1 de preparo do inóculo.

3.11.3.2. PREPARO DAS AMOSTRAS

Volumes de 15 µL da solução da fração hexano da polpa de *Euterpe edulis* Martius foram aplicados sobre placas de sílica gel GF₂₅₄ (2,5 x 5,0 cm), estas foram eluídas na fase móvel tolueno: AcOEt (93:7). As cromatoplasmas foram secas em estufa a 50 °C por 12 horas.

Em câmara de fluxo laminar as cromatoplasmas foram transferidas para placas de Petri estéreis, onde permaneceram fechadas até o momento da inoculação do meio com os microorganismos.

3.11.3.3. PREPARO E INOCULAÇÃO DO MEIO

Para o preparo do meio foram utilizados 10 mL do revelador trifeniltetrazolina 1%, 10 mL do inóculo e 1000 mL do meio agar Mueller-Hinton. Esta mistura foi vertida nas placas de Petri contendo as cromatoplasas.

As placas foram incubadas a 35 °C por 24 horas, então observou-se a presença de zonas mais claras de inibição do crescimento bacteriano.

Para o controle positivo de inibição foram utilizados discos de cloranfenicol 30 µg e para o controle negativo as placas eluídas com o solvente foram incubadas nas mesmas condições de ensaio. Para o controle de esterilidade do meio, duas placas contendo o meio também foram incubadas nas mesmas condições. O teste foi realizado em duplicata.

3.12 SEPARAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS COM ATIVIDADE ANTIMICROBIANA NO TESTE DA BIOAUTOGRAFIA

As substâncias com atividade antimicrobiana demonstrada para as bactérias *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*, no ensaio da bioautografia, foram isoladas por meio de cromatografia em camada delgada, utilizando cromatoplasas de sílica gel GF₂₅₄ (20,0 cm x 5,0 cm), e a fase móvel tolueno: AcOEt (93:7), através da raspagem da região que continha as substâncias bioativas. A extração foi efetuada com hexano, em seguida o material foi filtrado em funil sinterizado e foi aguardada a evaporação do solvente. O óleo obtido foi identificado através de cromatografia gasosa, foram detectados os picos correspondentes a ácidos graxos saturados e insaturados. Foram utilizados as mesmas condições e equipamento descritos no procedimento do item 3.7.3.

3.13 AVALIAÇÃO BROMATOLÓGICA DA POLPA

A polpa industrializada de *Euterpe edulis* Martius foi submetida à análise bromatológica.

3.13.1. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS TOTAIS

A determinação de sólidos totais foi realizada de acordo com método descrito pela FARMACOPEIA BRASILEIRA (1988). A polpa devidamente homogeneizada foi colocada em placas de Petri previamente secas em estufa a 105 °C por 1 h, antes foi determinado o peso da placa vazia e depois com as amostras. O conjunto foi colocado em estufa a 105 °C por 3 horas, após foram transferidas para um dessecador, resfriadas e as placas pesadas. O resultado foi expresso em percentual m/m, o ensaio foi realizado em triplicata.

3.13.2. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS EM °BRIX

A determinação de sólidos solúveis foi realizada através do refratômetro de ABBÉ, o ensaio foi realizado em triplicata.

3.21.3. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE PROTEÍNA

Para a determinação do teor de proteínas foi utilizado o método de Kjeldahl (BARBANO *et al.*, 1990). Neste procedimento, a polpa foi desidratada e submetida aos processos de digestão, destilação e titulação. O experimento foi realizado em sextuplicata, para o cálculo do teor de nitrogênio total foi utilizada a seguinte fórmula:

$$N \text{ total\%} = \frac{V \times 0,02 \times \text{fc do ácido} \times n \times 100}{\text{mg} \times \text{fcms}}$$

Onde:

- V= volume gasto na titulação da amostra
- n = massa de nitrogênio (14,007)
- mg = massa em mg da amostra
- fcms = 100 / MS% (massa seca %)

Para a determinação de proteínas totais foi utilizada a fórmula:

$$P \% = N \text{ total } \% \times 6,25$$

3.13.4. DETERMINAÇÃO DAS FIBRAS TOTAIS

As fibras totais foram determinadas utilizando o método da AOAC 985.29.

3.13.5. DETERMINAÇÃO DOS CARBOIDRATOS

A determinação de carboidratos foi calculada como a diferença entre 100 e a soma do conteúdo de proteínas, gorduras, fibra alimentar, umidade e cinzas (BRASIL, 2003).

3.13.6. DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS

Para determinação do teor de lipídeos foi utilizado o método gravimétrico por soxhlet, com extração em éter de petróleo. A determinação do perfil de ácidos graxos (saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, trans isômeros totais) foi realizada segundo AOAC 996.06, FIRESTONE (1998) e Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.13.7. DETERMINAÇÃO DE CINZAS

As cinzas da polpa foram determinadas pelo método gravimétrico que incinerou a polpa a 600 °C

3.13. 8. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO MINERAL

Foram utilizados métodos da AOAC 999.10 para a avaliação do conteúdo de ferro, cálcio, cobre, manganês, magnésio, fósforo, zinco, sódio e potássio e o método 986.15 para a determinação de selênio.

3.13.9 AVALIAÇÃO DE VITAMINAS

Foram avaliadas as vitaminas A, B1, B2, B3, B6, D3, e E utilizando os métodos descritos por ZAHAR & SMITH (1990), BASF (1989) e SLIVA (1996).

3.14 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE CITOTÓXICA SOBRE *Artemia salina* LEACH

Artemia salina Leach é um microcrustáceo (LIMA *et al.*, 2009), conhecido como camarão de salmora e que está presente em ecossistemas marinhos (KANWAR, 2007). Diversos trabalhos tentam correlacionar a toxicidade sobre *A. salina* com atividades biológicas como antifúngica, viruscida, antimicrobiana, parasiticida, tripanossomida e até para a avaliação prévia de extratos de plantas antitumorais (SIQUEIRA; BOMM; PEREIRA, 1998). Outros estudos correlacionam ensaios de ecotoxicidade com *A. salina*, visto que peixes e invertebrados aquáticos são sensíveis às variações de parâmetros ambientais e por isso são utilizados como modelos para teste de poluentes (BARBIERI, 2004).

Para a análise foi utilizada a metodologia de MEYER (1982), adaptada, onde 10 larvas de *A. salina* foram transferidas para tubos contendo água artificial do mar, com três diferentes concentrações dos extratos e frações da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius, 1000, 100 e 10 µg/mL. O procedimento foi realizado em triplicata, a contagem dos animais mortos e vivos foi realizada em 24 h. A toxicidade sobre *A. salina*, foi determinada através da concentração média letal (CL₅₀) para os microcrustáceos. Foi utilizado sulfato de quinidina como controle positivo.

3.14.1 PREPARO DA SOLUÇÃO SALINA

A água do mar artificial foi preparada utilizando 14,31 g de sal marinho (Instant Ocean Sea Salt) em 400 mL de água destilada.

3.14.2 ECLOSÃO DOS OVOS

A água do mar artificial foi colocada em um becker de 1000 mL. O pH da água foi verificado e ajustado entre 8 a 9, com carbonato de sódio. Os ovos de *Artemia salina* Leach (200 mg/ 400 mL) foram adicionados na água e mantidos sob agitação e aeração constantes por um período de 48 horas para a eclosão dos ovos. Na primeira hora do

processo foi mantida a iluminação de 20 W sobre o becker. No período de 48 horas a temperatura foi controlada de 26 a 30 °C e o pH verificado e ajustado entre 8 a 9.

3.14.3 PREPARO DAS AMOSTRAS

Foram utilizados no ensaio os extratos etanólicos da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius e as suas frações, além da polpa industrializada de *E. edulis*. Os solventes utilizados foram hexano para as frações hexano, metanol para as frações clorofórmio e acetato de etila e etanol para os extratos etanólicos e as frações remanescentes. Foram preparadas soluções nas concentrações de 10 mg/ mL e de 1 mg/ mL. Foram pipetados para os tubos 250 e 25 µL da solução de 10 mg/mL e 25 µL da solução de 1 mg/mL, correspondendo as concentrações de 1000, 100 e 10 µg/ mL para um volume final de 2,5 mL. Foram adicionados em três tubos 250 µL do solvente em qual foi preparada a diluição de cada fração como controle negativo. Soluções de sulfato de quinidina de 10 e 1 µg/ mL preparadas em metanol foram utilizadas como controle positivo. Os tubos foram colocados em estufa a 50 °C por 24 horas para eliminação do solvente.

3.14.4 AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE

Decorridas 24 horas, os ovos foram eclodidos e 10 náuplios de *Artemia salina* Leach foram transferidos em cada tubo. O volume de todos os tubos foi ajustado para 2,5 mL com água do mar artificial. Também foi realizado um controle negativo com água do mar artificial. Após 24 horas foi realizada a contagem de náuplios mortos e vivos.

Os dados foram analisados pelo método estatístico Probitos, onde foram determinados os valores de CL₅₀ e 95% de intervalo de confiança. Resultados de CL₅₀ maiores que 1000 µg/ mL indicam a não toxicidade dos extratos.

3.15 ATIVIDADE HEMOLÍTICA

Este ensaio permite avaliar os efeitos adversos dos extratos empregados sobre a membrana plasmática das hemácias e a consequente liberação da hemoglobina (hemólise), pigmento que deve ser carregado dentro dos eritrócitos, uma vez livre que é prejudicial a órgãos vitais (BEDNARCZUK *et al.*, 2010). Para o ensaio da atividade hemolítica foram testados os extratos etanólicos e as frações obtidas da polpa e da semente de *Euterpe edulis* Martius.

O ensaio foi realizado de acordo com EFING (2008). Os extratos foram impregnados em discos de papel Whatman número 2, na concentração de 1000 µg por disco. Dois controles positivos de hemólise, o triton e padrão de saponina, foram utilizados na mesma concentração e um controle para cada solvente também foi utilizado para verificar se também ocorre hemólise.

Foram utilizadas placas de agar sangue obtidas de empresa NewProv. Dois discos de papel impregnados com os extratos foram colocados em cada placa. As placas foram incubadas em estufa a 36 °C por 24 horas. Após este período foi verificada a presença de halo de hemólise.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ESTUDO FITOQUÍMICO

4.1.1. PESQUISA DE ÓLEO VOLÁTIL

Para a pesquisa de óleo volátil foram utilizados 200 g de polpa industrializada *Euterpe edulis* Martius e 100 g de sementes moídas. Estas, foram submetidas à extração por arraste de vapor d'água em aparelho de Clevenger, durante o período de 6 horas. Não foi observada a presença de óleo essencial.

4.1.2 PESQUISA DOS PRINCIPAIS GRUPOS QUÍMICOS

4.1.2.1 EXTRATO AQUOSO A 20%

Os resultados obtidos para o estudo das substâncias presentes no extrato aquoso da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius seguem na tabela 8.

TABELA 8 - RESULTADOS DA ANÁLISE FITOQUÍMICA DO EXTRATO AQUOSO

Grupo Fitoquímico Pesquisado	Polpa	Semente
Heterosídeos Antociânicos	positivo	negativo
Saponinas	negativo	negativo
Taninos		
cloreto férrico 1%	positivo	negativo
gelatina 2,5%	negativo	negativo
cloridrato de emetina 1%	negativo	negativo
sulfato de ferro amoniacal	negativo	negativo
acetato de chumbo	positivo	negativo

4.1.2.2 EXTRATO ALCOÓLICO A 20%

Os resultados obtidos para o estudo das substâncias presentes no extrato alcoólico da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius seguem na tabela 9:

TABELA 9- RESULTADOS DA ANÁLISE FITOQUÍMICA DO EXTRATO ALCOÓLICO

Grupo Fitoquímico Pesquisado	Polpa	Semente
Alcaloides	negativo	negativo
Leucoantocianidinas	positivo	positivo
Heterosídeos Flavônicos	positivo	negativo
Teste oxálico: bórico (flavonoides)	positivo	positivo
Cumarinas	negativo	negativo
Esteroides e/ ou triterpenos	positivo	positivo
Antraquinonas	negativo	negativo

No gênero *Euterpe* a presença de heterosídeos antociânicos foi constatada nos frutos de *Euterpe oleracea* Martius, onde SCHAUSS, *et al.* (2006) encontraram duas antocianinas principais, a cianidina 3-glicosídeo e a cianidina 3-rutinosídeo. Também foi verificada a presença de proantocianidinas (taninos condensados) e flavonoides como a homoorina, a orientina, a isovitexina e taxifolina-deoxihexose. Os esteroides β -sitosterol, campesterol e estigmasterol foram identificados nos frutos de *E. oleracea*.

Para os frutos foi de *E. edulis* Martius, constatada a presença de antocianinas por IADEROZA *et al.* (1992) e por BORGES *et al.* (2011), além da presença de flavonoides como a catequina, epicatequina e quercetina

4.1.3 CROMATOGRAFIA GASOSA

Foi realizada a caracterização do óleo fixo e da fração hexano das sementes de *Euterpe edulis* Martius e das frações hexano e clorofórmio da polpa de *E. edulis*, pela análise em CG por comparação com o índice de Kovats (ADAMS, 1995). Verificou-se a composição de ácidos graxos saturados e insaturados nas amostras. A tabela 10 apresenta o percentual de ácidos graxos contidos na fração hexano da polpa.

TABELA 10- COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS OBTIDOS NA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DA FRAÇÃO HEXANO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Ácido graxo	Concentração (%)
Caproico (hexanoico)	2,592
Caprílico (ác. octanóico)	2,302
Caprico (decanóico)	2,147
Undecanoico	1,122
Mirístico (tetradecanoico)	2,031
Miristoleico (9-tetradecenóico)	1,087
Pentadodecanoico	0,963
Cis-10-pentadecenoico	0,938
Palmítico (hexadecanoico)	23,407
Palmitoleico (9-hexadecenóico)	2,445
Heptadecanoico	1,031
Cis-10-heptadecenoico	0,964
Esteárico (octadecanoico)	4,177
Oleico (9(Z)-octadecenoico)	31,337
Linolelaidico (trans-9, trans-12-octadecadienóico)	3,104
Linoleico (9(Z),12(Z)-octadecadienóico)	13,949
γ -linolenico (6 (Z),9 (Z),12 (Z)-octadecatrienóico)	1,899
α -linolenico (9 (Z),12 (Z),15 (Z)-octadecatrienóico)	1,370
Araquidônico (5(Z),8(Z),11(Z),14(Z)-eicosatetraenoico)	2,014
Gadoleico (9-eicosenoico)	1,117

A fração hexano da polpa de *E. edulis* apresenta 41,886% de ácidos graxos saturados (figura 17) e 58,114% de ácidos graxos insaturados. Os ácidos graxos saturados identificados nesta fração são os ácidos cáprico, caprílico, capróico, undecanoico, mirístico, pentadecanoico, palmítico, heptadecanoico, esteárico e araquidônico. Os ácidos palmítico e esteárico foram encontrados em maior concentração, com 23,407 e 4,177% respectivamente. Dentre os ácidos graxos insaturados 37,888% são monoinsaturados (figura 17), foram identificados os ácidos miristoleico, cis-10-pentadecenoico, palmitoleico, cis-10-heptadecanoico, oleico, 9-eicosenoico. O ácido oleico foi encontrado em maior percentual dentre toda a composição graxa com 31,337%. Os ácidos graxos poliinsaturados representam 20,226%, foram identificados os ácidos linolelaídico, linoleico, γ -linolenico e α -linolenico, sendo o ácido linoleico o ácido graxo poliinsaturado encontrado em maior proporção com 13,949%.

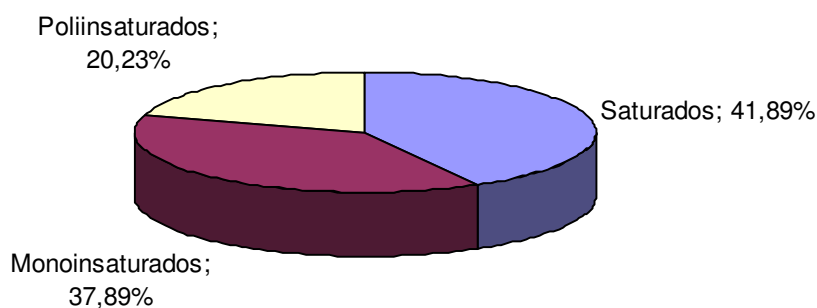


FIGURA 17- PERCENTUAL DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS E INSATURADOS DA FRAÇÃO HEXANO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Na tabela 11, encontra-se o percentual de ácidos graxos contido na fração clorofórmio da polpa de *E. edulis*.

TABELA 11- COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS OBTIDOS NA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DA FRAÇÃO CLOROFÓRMIO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Ácido graxo	Concentração (%)
Caproico (hexanoico)	2,301
Caprílico (octanóico)	2,048
Undecanoico	0,966
Láurico (dodecanoico)	1,836
Tridecanoico	0,891
Mirístico (tetradecanoico)	1,803
Miristoleico (9-tetradecenóico)	0,958
Pentadodecanoico	0,869
Cis-10-pentadecenoico	0,735
Palmítico (hexadecanoico)	22,92
Palmitoleico (9-hexadecenóico)	2,408
Heptadecanoico	0,932
Cis-10-heptadecenoico	0,862
Esteárico (octadecanoico)	3,873
Oleico (9(Z)-octadecenoico)	32,621
Linolelaidico (trans-9, trans-12-octadecadienóico)	1,225
Linoleico (9(Z),12(Z)-octadecadienóico)	16,480
γ -linolenico (6 (Z),9 (Z),12 (Z)-octadecatrienóico)	0,988
α -linolenico (9 (Z),12 (Z),15 (Z)-octadecatrienóico)	1,445
Araquidônico (5(Z),8(Z),11(Z),14(Z)-eicosatetraenoico)	1,802
Gadoleico (9-eicosenoico)	1,006
Erucico (13-Docosenóico)	1,025

Na fração clorofórmio da polpa de *E. edulis* foram detectados 38,509% de ácidos graxos saturados (figura 18), identificados como ácidos caprílico, capróico, undecanoico, laurico, tridecanoico mirístico, pentadecanoico, palmítico, heptadecanoico, esteárico e araquidônico, sendo novamente o ácido palmítico o ácido graxo saturado em maior proporção com 22,926%. Os ácidos graxos insaturados representam 61,491% da composição graxa desta fração, com 37,207% de ácidos graxos monoinsaturados e 24,584% de ácidos graxos poliinsaturados (figura 18). Os ácidos graxos monoinsaturados identificados foram os ácidos miristoleico, cis-10-pentadecenoico, palmitoleico, cis-10-heptadecanoico, oleico, 9-eicosenoico e erucico. Sendo que ácido oleico representa 32,621% da composição graxa total. Em relação aos ácidos graxos poliinsaturados foram encontrados os mesmos ácidos que a fração hexano, os ácidos linolelaídico, linoleico, γ -linolenico e α -linolenico, sendo novamente o ácido linoleico o ácido graxo poliinsaturado encontrado em maior proporção com 16,480%.

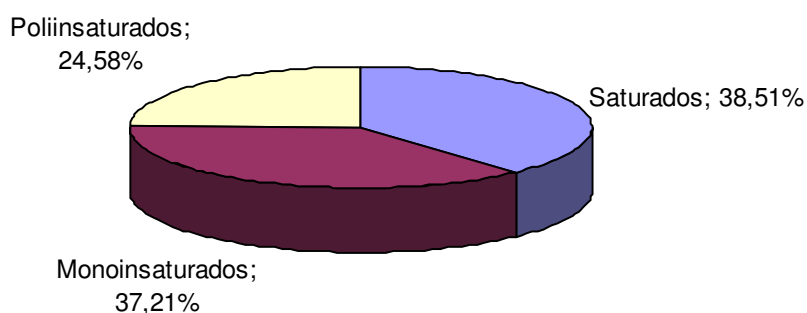


FIGURA 18- PERCENTUAL DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS E INSATURADOS DA FRAÇÃO CLOROFÓRMIO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Os resultados são semelhantes ao encontrados por BORGES *et al.*, (2011) que estudando a composição graxa de polpas de *E. edulis* verificaram a presença dos ácidos graxos saturados: mirístico (de 0,05 a 0,07%), palmítico (20,25 a 25%) e esteárico (2,35 a 5,01%). Foram detectados de 45,53 a 56,82% de ácidos graxos

monoinsaturados como o ácido oleico que representa de 44,17 a 55,61% do conteúdo graxo total. Dentre os ácidos graxos poliinsaturados foi verificado que o ácido linoleico representa de 18,19 a 25,36%, também foi detectado a presença do ácido α -linolênico de 0,52 a 0,67%. Os ácidos graxos saturados corresponderam de 24,32 a 28,89%, os monoinsaturados de 46,30 a 56,82%, e os poliinsaturados de 18,79 a 26,03%.

Nos frutos de *Euterpe oleracea* Martius (açaí), foram descritos a presença dos ácidos laurico, mirístico, palmítico, palmitoleico, esteárico e oleico, sendo o ácido oleico também encontrado em maior percentual com 45,5% (MANTOVANI; FERNANDES & MENEZES, 2003). Em outro estudo realizado por RUFINO *et al.*, 2010 foram identificados os ácidos graxos saturados palmítico e esteárico, resultando em um total de 26,7% da composição graxa, também foi identificado o ácido oleico em maior proporção com 52,1% e os ácidos graxos poliinsaturados representaram 11,1% da composição graxa, com a presença dos ácidos linoleico com 10,6% e linolênico com 0,5%.

Em ambas as frações da polpa de *E. edulis* foi verificado que existe um conteúdo maior de ácidos graxos insaturados. Foi observada a presença de ácidos graxos poliinsaturados das famílias ômega 9, 6 e 3. Na fração hexano foi verificada a presença dos ácidos oleico e 9-eicosaenoico (ômega 9), linolelaidico, linoleico e γ -linolênico (ômega 6), α -linolênico (ômega 3). Na fração clorofórmio além destes constituintes foi detectado também o ácido erucico (ômega 9).

Na tabela 12 encontra-se o percentual de ácidos graxos contidos no óleo fixo das sementes de *E. edulis*.

TABELA 12- COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS OBTIDOS NA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DO ÓLEO FIXO DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Ácido graxo	Concentração (%)
Butírico (butanoico)	3,394
Caproico (hexanoico)	3,312
Caprílico (octanoico)	2,772
Caprico (decanoico)	2,652
Undecanoico	1,304
Láurico (dodecanoico)	2,813
Tridecanoico	1,196
Mirístico (tetradecanoico)	4,305
Miristoleico (9-tetradecenóico)	1,254
Pentadodecanoico	1,265
Cis-10-pentadecenoico	1,621
Palmítico (hexadecanoico)	17,73
Palmitoleico (9-hexadecenóico)	1,560
Heptadecanoico	1,283
Cis-10-heptadecenoico	1,264
Esteárico (octadecanoico)	3,736
Oleico (9(Z)-octadecenoico)	10,83
Linolelaídico (trans-9, trans-12-octadecadienóico)	1,175
Linoleico (9(Z),12(Z)-octadecadienóico)	25,48
α -linolenico (9 (Z),12 (Z),15 (Z)-octadecatrienóico)	2,423
Araquidônico (5(Z),8(Z),11(Z),14(Z)-eicosatetraenoico)	2,378
Gadoleico (9-eicosenoico)	1,212
Berênico (docosanoico)	2,441
Lignocerico (tetracoisanoico)	2,587

O óleo fixo das sementes de *E. edulis* apresenta 53,173% de ácidos graxos saturados (figura 19) e 46,827% de ácidos graxos insaturados. Os ácidos graxos saturados identificados foram os ácidos butírico, cáprico, caprílico, capróico, undecanoico, laurico, tridecanoico, mirístico, pentadecanoico, palmítico, heptadecanoico, esteárico, araquidônico, berrênico e lignocérico. Os ácidos palmítico e esteárico foram encontrados em maior concentração, com 17,73 e 3,736%, respectivamente. Dentre os ácidos graxos insaturados, 17,741% são monoinsaturados (figura 19), foram identificados os ácidos miristoleico, cis-10-pentadecenoico, palmitoleico, cis-10-heptadecenoico, oleico, 9-eicosenoico. O ácido oleico foi encontrado em maior percentual dentre os ácidos graxos monoinsaturados com 10,830%. Os ácidos graxos poliinsaturados representam 29,086% (figura 19), foram identificados os ácidos linolelaídico, linoleico e α -linolenico, sendo o ácido linoleico o ácido graxo com maior percentual no óleo com 25,488%.

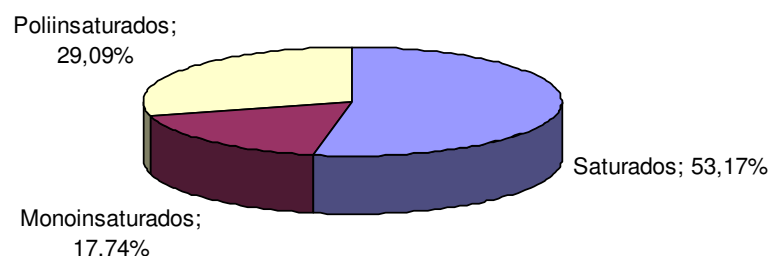


FIGURA 19- PERCENTUAL DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS E INSATURADOS DO ÓLEO FIXO DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

A tabela 13 (página 87) demonstra o percentual de ácidos graxos contidos na fração hexano das sementes de *E. edulis*.

TABELA 13- COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS OBTIDOS NA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DA FRAÇÃO HEXANO DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Ácido graxo	Concentração (%)
Caproico (hexanoico)	2,699
Caprílico (octanoico)	2,375
Caprico (decanoico)	2,215
Undecanoico	1,104
Láurico (dodecanoico)	2,550
Mirístico (tetradecanoico)	4,500
Miristoleico (9-tetradecenóico)	1,064
Pentadodecanoico	1,038
Cis-10-pentadecenoico	1,093
Palmítico (hexadecanoico)	22,05
Palmitoleico (9-hexadecenóico)	1,438
Heptadecanoico	1,227
Cis-10-heptadecenoico	1,833
Esteárico (octadecanoico)	3,883
Oleico (9(Z)-octadecenoico)	10,57
Linolelaídico (trans-9, trans-12-octadecadienóico)	1,272
Linoleico (9(Z),12(Z)-octadecadienóico)	22,823
γ -linolenico (6 (Z),9 (Z),12 (Z)-octadecatrienóico)	1,484
α -linolenico (9 (Z),12 (Z),15 (Z)-octadecatrienóico)	1,911
Araquidônico (5(Z),8(Z),11(Z),14(Z)-eicosatetraenoico)	2,080
Gadoleico (9-eicosenoico)	1,081
Cis-8,11,14-eicosatrienoico	1,062
Eicosapentanoico	1,386
Behênico (docosanoico)	2,080
Erucico (13-Docosenóico)	1,222
Tricosanoico	1,299
Lignocerico (tetracoisanoico)	2,643

Na fração hexano das sementes de *E. edulis* os ácidos graxos saturados constituem 51,753% do total de ácidos graxos (figura 20), foram identificados os ácidos capróico, caprílico, caprico, undecanoico, laurico, mirístico, pentadecanoico, palmítico, esteárico, araquidônico, berrênico e lignocérico. Os ácidos palmítico e esteárico representaram 22,05 e 3,883% do conteúdo de ácidos graxos da fração hexano. Os ácidos graxos insaturados correspondem a 48,247% da fração hexano das sementes, sendo constituídos pelos mesmos ácidos encontrados no óleo, com a adição dos ácidos γ -linolênico, cis-8,11,14-eicosatrienoico (EPA), erucico e tricosanoico. O ácido linoleico é o constituinte graxo em maior percentual com 22,823%.

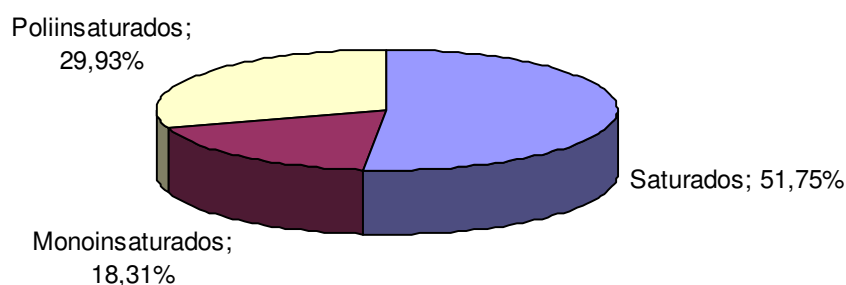


FIGURA 20- PERCENTUAL DE ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS E INSATURADOS DO FRAÇÃO HEXANO DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

No óleo fixo e fração hexano da semente de *E. edulis* foi verificada também a presença de ácidos graxos poliinsaturados das famílias ômega 9, 6 e 3. No óleo fixo foi encontrado os ácidos oleico e 9-eicosaenoico (ômega 9), linoleilaidico e linoleico (ômega 6), α -linolênico (ômega 3). Na fração hexano das sementes foi observada a presença dos mesmos ácidos das famílias ômega detectados para o óleo fixo, além dos ácidos erucico (ômega 9), γ -linolênico (ômega 6), eicosapentaenoico (EPA) (ômega 3).

Os ácidos graxos poliinsaturados podem atuar na prevenção e tratamento de muitas doenças cardiovasculares, na redução da pressão arterial, na redução dos níveis de colesterol e triacilglicerídios no plasma, no câncer, e, além disso, são considerados essenciais tanto para nutrição infantil quanto para o desenvolvimento cerebral (RADMANN & COSTA, 2008). No organismo existem ácidos graxos que são sintetizados e outros não. Os que não são sintetizados são considerados ácidos graxos essenciais como o ácido linolênico (ômega 3) e ácido linoleico (ômega 6). Para suprir a demanda orgânica, os mesmos devem estar em quantidades suficientes na alimentação (SILVA; MIRANDA; SOARES, 2007).

Os ácidos graxos das famílias ômega 6 e 3 são obtidos por meio da dieta ou produzidos pelo organismo a partir dos ácidos linoleico e α -linolênico, pela ação de enzimas alongase e dessaturase. Os ácidos graxos das famílias ômega 6 e 3 competem pelas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongamento da cadeia. Essas enzimas apresentam maior afinidade pelos ácidos da família ômega 3, porém, a conversão do ácido α -linolênico em ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa é fortemente influenciada pelos níveis de ácido linoleico na dieta.

A razão entre a ingestão diária de alimentos fontes de ácidos graxos ômega 6 e 3 assume grande importância na nutrição humana. As recomendações variam desde 2:1 a 10:1 dependendo do autor (MARTIN *et al.*, 2006). Quantidades excessivas de ômega 6 e uma relação muito elevada de ômega 6 /ômega 3 promove o desenvolvimento de muitas doenças, incluindo doenças cardiovasculares, cancro, e de doenças inflamatórias e autoimunes, os níveis elevados de ômega 3 exercem efeitos supressores (SIMOPOULOS, 2008). Os valores desta relação obtidos para as frações hexano e clorofórmio da polpa foram de 13,8:1 e 12,9: 1 respectivamente. Para o óleo

fixo da semente foi de 11:1 e para a fração hexano da semente foi de 8:1, indicando uma elevada relação omega 6/ omega 3.

Os ácidos palmítico, palmitoleico, oleico, linolênico, linoleico e esteárico identificados nas frações oleosas da polpa e das sementes de *E. edulis* compõem frequentemente os óleos vegetais. Muitos destes óleos são utilizados na cosmética, devido às propriedades emolientes. Os mesmos apresentam composição semelhante ou idêntica aos lipídios encontrados na pele humana. Os lipídios na pele estão localizados nos espaços intercelulares, formando camadas multilamelares. Essas camadas do estrato córneo promovem a função de barreira, sendo constituída predominantemente de ceramidas, colesterol, e de ácidos graxos livres, sendo os principais responsáveis pela impermeabilização. Na composição lipídica da pele os ácidos graxos compõem de 10 a 28% (PEREIRA, 2008).

Óleos de palmeiras como os de buriti e babaçu são amplamente utilizados na indústria cosmética. Entre a composição graxa do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. f., encontram-se os ácidos palmítico, palmitoleico, oleico, esteárico, linoleico e araquidônico. Os ácidos graxos saturados correspondem a 21,9%, sendo 18,9% constituídos pelo ácido palmítico, os ácidos graxos monoinsaturados correspondem a 76%, sendo ácido oleico com 75,7%, os ácidos graxos poliinsaturados equivalem a 2,1% (DARNET *et al.*, 2011). O óleo de babaçu (*Orbignya martiana* Martius) apresenta os ácidos graxos laurico, palmítico, mirístico, esteárico, oleico e linoleico, sendo o ácido laurico encontrado em maior proporção de 44 a 47% (MACHADO; ALVES, ANTONIASSE, 2006). Já o óleo de palma (*Elaeis guineensis* Jacq.) apresenta 40% de ácido palmítico e 40% de ácido oleico (BARATA, 1994).

4.1.4 DOSEAMENTO DO CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS

4.1.4.1 PREPARO DAS CURVAS ANALÍTICAS

No doseamento dos compostos fenólicos totais dos extratos etanólicos da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius e suas frações foi utilizado o reagente de Folin Ciocalteau. Duas curvas analíticas foram preparadas uma com solução de catequina e outra com ácido gálico.

Com os resultados das absorbâncias, os dados foram interpolados e foi determinada a seguinte equação da reta $y = 0,0205x + 0,0471$, $R = 0,9971$, onde y corresponde ao valor das absorbâncias e x a concentração em μg de compostos fenólicos expressos em catequina. Para a curva determinada com ácido gálico a equação da reta é $y = 0,031x + 0,2743$, com $R = 0,9957$.

4.1.4.2 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

Os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos (HEIM, 2002), por isso o conteúdo fenólico dos extratos etanólicos e frações da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius foram determinados utilizando dois padrões a catequina e o ácido gálico, os dois padrões foram utilizados, pois os mesmos foram descritos por BORGES *et al.* (2011) como presentes nos frutos de *E. edulis*.

Em relação ao padrão catequina o resultado obtido para o extrato etanólico da polpa *E. edulis* foi de 10,31% de compostos fenólicos totais, para a fração remanescente de 12,75% e da fração AcOEt de 12,42% (tabela 14). A média do extrato etanólico da semente de *E. edulis* foi de 27,10%, as frações clorofórmio e AcOEt apresentaram valores de 15,64% e de 16,94%, respectivamente. A fração remanescente apresentou um valor baixo de 2,2%, indicando que o conteúdo fenólico do extrato da semente encontra-se principalmente nas frações clorofórmio e AcOEt.

TABELA 14– COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DO FRUTO DE *Euterpe edulis* MARTIUS EXPRESSOS EM CATEQUINA

Amostra	% de Compostos fenólicos Totais Polpa $x \pm dp$	% de Compostos fenólicos Totais Semente $x \pm dp$
Extrato Etanólico	$10,31 \pm 0,25$ a	$27,10 \pm 0,47$ d
Fração Clorofórmio	nr	$15,64 \pm 0,23$ b
Fração Acetato de Etila	$12,42 \pm 0,89$ b	$16,94 \pm 0,04$ c
Fração Remanescente	$12,75 \pm 0,94$ b	$2,27 \pm 0,07$ a

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. (2) nr = não realizado

Em relação ao padrão ácido gálico, a fração acetato de etila da polpa de *E. edulis* mostrou-se com maior conteúdo (tabela 15), indicando uma maior presença de ácidos fenólicos como os ácidos gálico, ferúlico, protocatecuico e *p*-cumárico, relatados como presentes na polpa de *E. edulis* por BORGES *et al.* (2011). Para os extratos das sementes, foi observado como no doseamento com o padrão catequina que o extrato etanólico apresentou uma maior quantidade de constituintes fenólicos e a fração remanescente apresentou o menor conteúdo. Segundo BORGES *et al.* (2011), os frutos de *E. edulis* da região de Garuva apresentam o ácido gálico com 49,15% do perfil fenólico.

TABELA 15–COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DO FRUTO DE *Euterpe edulis* MARTIUS EXPRESSOS EM ÁCIDO GÁLICO

Amostra	% de Compostos fenólicos Totais Polpa $\bar{x} \pm dp$	% de Compostos fenólicos Totais Semente $\bar{x} \pm dp$
Extrato Etanólico	$11,7 \pm 0,61$ a	$20,17 \pm 0,19$ d
Fração Clorofórmio	nr	$11,42 \pm 0,01$ b
Fração Acetato de Etila	$20,88 \pm 0,96$ b	$13,83 \pm 0,48$ c
Fração Remanescente	$10,32 \pm 0,94$ a	$0,39 \pm 0,08$ a

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhante na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. (2) nr = não realizado

4.1.5 DOSEAMENTO DAS PROANTOCIANIDINAS

4.1.5.1 PREPARO DA CURVA ANALÍTICA

Os mesmos extratos preparados para o doseamento dos compostos fenólicos totais da polpa de *Euterpe edulis* Martius foram utilizados para o doseamento das proantocianidinas. A curva analítica foi preparada com a solução de catequina nas concentrações de 10 a 40 µg, com os resultados das absorbâncias, os dados foram interpolados e foi determinada a seguinte equação da reta $y = 0,0411x + 0,0005$, com $R = 0,9990$, onde y corresponde ao valor das absorbâncias e x, a concentração em µg de proantocianidinas.

4.1.5.2 CONTEÚDO DE PROANTOCIANIDINAS

A presença de proantocianidinas nos frutos de *Euterpe oleracea* Martius (açaí) foi demonstrada por PACHECO-PALENCIA; MERTENS-TALCOTT; TALCOTT (2008), que verificaram a presença de dímeros e trimeros de procianidinas. Os resultados obtidos para o extrato etanólico, fração AcOEt e remanescente da polpa de *Euterpe edulis* Martius encontram-se na tabela 16:

TABELA 16 – CONTEÚDO PROANTOCIANIDINAS DOS EXTRATOS E FRAÇÕES DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Amostra	% de Proantocianidinas Totais
	$x \pm dp$
Extrato Etanólico	$2,99 \pm 0,05$ a
Fração Acetato de Etila	$3,04 \pm 0,06$ a
Fração Remanescente	$3,66 \pm 0,03$ b

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

A média do teor de proantocianidinas em base seca encontrado para o extrato etanólico da polpa foi de 2,99%, para a fração AcOEt e remanescente de 3,04% e de

3,66% respectivamente. Estes valores indicam que o conteúdo de proantocianidinas do extrato da polpa está em maior concentração na fração remanescente.

4.1.6 DETERMINAÇÃO DOS FLAVONOIDES TOTAIS

Na tabela 17, estão os valores do conteúdo de flavonoides totais obtidos para os extratos da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius. A presença de quercetina em polpas de *E. edulis* foi descrita por BORGES *et al.* (2011). Em relação à polpa, o extrato etanólico e fração remanescente apresentaram os maiores valores de flavonoides. BORGES *et al.* (2011) analisaram a quantidade dos flavonoides catequina, epicatequina e quercetina na polpa de *E. edulis* verificaram esta última como o flavonoide em maior quantidade.

Para as sementes, o extrato etanólico, as frações acetato de etila e remanescente são considerados estatisticamente iguais e fração clorofórmio apresentou a menor quantidade de flavonoides.

TABELA 17 – CONTEÚDO DE FLAVONOIDES DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DO FRUTO DE *Euterpe edulis* MARTIUS EXPRESSOS EM QUERCETINA

Amostra	% de Flavonoides Totais	% de Flavonoides Totais
	Polpa	Semente
	$x \pm dp$	$x \pm dp$
Extrato etanólico	$3,59 \pm 0,20$ b	$1,06 \pm 0,09$ b
Fração Clorofórmio	nr	$0,65 \pm 0,005$ a
Fração Acetato de Etila	$1,38 \pm 0,05$ a	$1,30 \pm 0,03$ b
Fração Remanescente	$3,48 \pm 0,04$ b	$0,95 \pm 0,005$ b

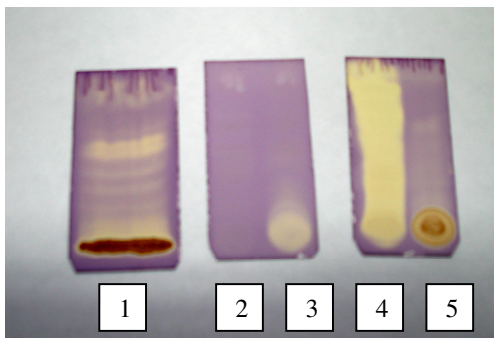
NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si. (2) nr = não realizado

4.2 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

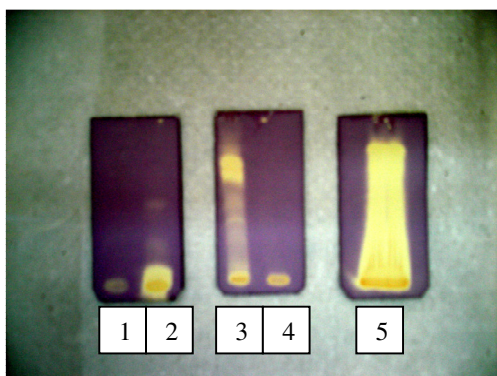
4.2.1 ANÁLISE QUALITATIVA DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO DPPH (2,2-DIFENIL-1-PICRIL-HIDRAZILA)

A molécula de DPPH é caracterizada como um radical livre estável em virtude da deslocalização do elétron desemparelhado por toda a molécula. Esta deslocalização confere a esta molécula uma coloração violeta. Este ensaio se baseia na medida da capacidade antioxidante de uma determinada substância em sequestrar o radical DPPH reduzindo-o a hidrazina. Quando uma determinada substância que age como doador de átomos de hidrogênio é adicionada a uma solução de DPPH, a hidrazina é obtida com mudança simultânea na coloração de violeta a amarelo pálido (ALVES *et al.*, 2010).

Os resultados da avaliação preliminar dos extratos e das frações da polpa e das sementes, submetidas à cromatografia em camada delgada e reveladas com solução etanólica de DPPH 0,2%, sugerem a presença de substâncias com atividade antioxidante no extrato etanólico e nas frações clorofórmio, acetato de etila e remanescente da polpa, e em todos os extratos da semente pela presença de manchas amarelas nas cromatoplacas, após 30 minutos, resultantes da ação antioxidante sobre o DPPH. As figuras 21 e 22 (página 97) demonstram a atividade antioxidante qualitativa dos extratos e das frações da polpa e semente respectivamente. Todos os extratos da semente sugerem a presença de compostos antioxidantes.



1 – extrato etanólico, 2 - fração hexano, 3 - fração clorofórmio, 4 - fração AcOEt, 5- fração remanescente
 FIGURA 21 – CCD DO EXTRATO E DAS FRAÇÕES DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS NEBULIZADAS COM DPPH, APÓS 30 MIN. FONTE: AUTORA (2009)



1 – extrato etanólico, 2 - fração hexano, 3 - fração clorofórmio, 4 - fração AcOEt, 5- fração remanescente
 FIGURA 22 – CCD DO EXTRATO E DAS FRAÇÕES DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS NEBULIZADAS COM DPPH, APÓS 30 MIN. FONTE: AUTORA (2009)

4.2.2 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO 2,2-DIFENIL-1-PICRIL-HIDRAZILA (DPPH)

Com os resultados da AA% de cada concentração, foi feito um gráfico para cada extrato e fração da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius, para o ácido ascórbico e para a rutina. No eixo das abcissas a concentração em $\mu\text{g/mL}$ e na ordenada AA%. Com o auxílio da equação da reta interpolada foi determinado a EC_{50} dos extratos e frações, do ácido ascórbico e da rutina. Na tabela 18 encontram-se as equações das retas, o valor de R e os valores de EC_{50} para os extratos da polpa.

TABELA 18 – EQUAÇÕES DAS RETAS E VALORES DE EC_{50} DOS PADRÕES E DOS EXTRATOS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS, NA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO DPPH

Padrão ou extrato	Equação da reta	R	$\text{EC}_{50} \mu\text{g/ mL}$
Ácido Ascórbico	$y = 9,4951x - 8,2702$	0,9958	$6,13 \pm 0,05$ a
Rutina	$y = 6,9233x + 3,4917$	0,9998	$6,71 \pm 0,03$ a
Extrato Etanólico	$y = 0,676x + 4,0606$	0,9967	$67,95 \pm 0,25$ d
Fração AcOEt	$y = 1,05992x - 3,6876$	0,9941	$50,7 \pm 0,98$ c
Fração	$y = 0,9096x + 10,29$	0,9980	$43,64 \pm 0,21$ b
Remanescente			

NOTA: Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si.

Os valores de EC_{50} dos extratos foram significativamente diferentes entre si e em relação aos padrões ácido ascórbico e rutina. O valor de EC_{50} obtido para o ácido ascórbico foi de $6,13 \pm 0,05 \mu\text{g/mL}$, o EC_{50} da rutina foi de $6,71 \pm 0,03 \mu\text{g/mL}$, para os extratos da polpa, o EC_{50} do extrato etanólico foi de $67,95 \pm 0,25 \mu\text{g/mL}$, para a fração AcOEt foi encontrado $50,7 \pm 0,98 \mu\text{g/mL}$ e para a fração remanescente $43,64 \pm 0,21 \mu\text{g/mL}$, indicando que dos extratos e frações da polpa, a fração remanescente apresenta melhor atividade de sequestro do radical livre DPPH, necessitando de menor quantidade para para reduzir 50% do DPPH. As frações hexano e clorofórmio

apresentaram EC_{50} superior a 1000 $\mu\text{g/mL}$, portanto não foram considerados com capacidade antioxidante.

A atividade antioxidante encontrada no extrato etanólico e nas frações AcOEt e remanescente da polpa pode ser explicada pelos compostos fenólicos presentes como ácidos fenólicos, flavonoides e proantocianidinas. Os antioxidantes fenólicos funcionam como sequestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de metais. Os produtos intermediários formados pela ação destes antioxidantes são relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático apresentada por estas substâncias (SOARES, 2002).

Para o extrato etanólico e frações obtidos das sementes (tabela 19), o extrato etanólico apresentou um EC_{50} de $17,95 \pm 0,15 \mu\text{g/mL}$ valor inferior ao obtido pelo extrato etanólico da polpa que foi de $67,95 \pm 0,25 \mu\text{g/mL}$. As frações clorofórmio e AcOEt apresentaram valores de EC_{50} de $53,09 \pm 0,18 \mu\text{g/mL}$ e $33,13 \pm 0,35 \mu\text{g/mL}$, valores também menores do que os encontrados para as mesmas frações da polpa. Este fato pode ser explicado pela maior presença de compostos fenólicos encontradas nos extratos e nas frações clorofórmio e AcOEt da semente. A fração remanescente da semente apresentou uma concentração elevada de EC_{50} de $840,50 \pm 10,1 \mu\text{g/mL}$ resultado este que também pode ser explicado pelos baixos valores de compostos fenólicos encontrados nesta fração. Na tabela 19 também se encontram as equações das retas e os valores de R para o extrato etanólico e frações das sementes.

TABELA 19 – EQUAÇÕES DAS RETAS E EC_{50} DOS EXTRATOS DA SEMENTE DE *Euterpe edulis* MARTIUS NA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO DPPH

Padrão ou extrato	Equação da reta	R	$EC_{50} \mu\text{g/ mL}$
Extrato Etanólico	$y = 2,72228x + 1,0865$	0,9998	$17,95 \pm 0,15$ a
Fração Clorofórmio	$y = 0,7848x + 7,4945$	0,9980	$53,09 \pm 0,18$ b
Fração AcOEt	$y = 1,4098x + 3,2821$	0,9977	$33,13 \pm 0,35$ b
Fração Remanescente	$y = 17,549\text{Ln}(x) - 68,175$	0,9975	$840,50 \pm 10,1$ c

NOTA: Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si.

4.2.3. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELA REDUÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNICO.

A tabela 20 demonstra os resultados obtidos para a avaliação da atividade antioxidante do extrato etanólico e das frações da polpa de *Euterpe edulis* Martius em relação ao ácido ascórbico e a rutina pela redução do complexo fosfomolibdênico. Observa-se que as frações acetato de etila e fração remanescente apresentam atividade antioxidante superior ao do extrato etanólico, já as frações hexano e clorofórmio apresentaram atividade antioxidante inferior a aquela apresentada pelo extrato etanólico. Estes resultados indicam que compostos presentes nas frações AcOEt e remanescente são responsáveis pela atividade antioxidante verificada no extrato etanólico, assim como verificado no ensaio do DPPH. A fração remanescente apresentou atividade antioxidante em relação à rutina superior a 50%. O padrão rutina demonstrou uma atividade antioxidante em relação ao ácido ascórbico de $26,66 \pm 0,45\%$. A avaliação da capacidade antioxidante pelo método da redução do complexo fosfomolibdênico é mais adequada para substâncias como ácido ascórbico e vitamina E. Para compostos fenólicos como a rutina e os presentes na fração acetato de etila e remanescente, outros métodos devem ser utilizados para a avaliação da atividade antioxidante.

TABELA 20 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA % DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS EM RELAÇÃO AOS PADRÕES ÁCIDO ASCÓRBICO E RUTINA, PELA REDUÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNICO

Amostra	AAR% Ácido ascórbico $x \pm dp$	AAR % Rutina $x \pm dp$
Extrato Etanólico	$13,47 \pm 0,08$ c	$41,73 \pm 0,17$ c
Fração Hexano	$10,48 \pm 0,22$ b	$40,40 \pm 1,09$ b
Fração Clorofórmio	$8,87 \pm 0,61$ a	$33,32 \pm 0,62$ a
Fração Acetato de Etila	$14,09 \pm 0,39$ d	$48,87 \pm 1,67$ d
Fração Remanescente	$21,62 \pm 0,15$ e	$66,94 \pm 0,55$ e

NOTA: Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si.

Os valores obtidos para o extrato etanólico e as frações da semente de *E. edulis* encontram-se na tabela 21. O extrato etanólico das sementes demonstrou maior atividade antioxidante em relação ao ácido ascórbico e a rutina que o extrato etanólico e as frações da polpa. Enquanto na polpa os maiores valores foram apresentados pelas frações AcOEt e remanescente. Na semente, a fração clorofórmio apresentou maior atividade e a fração remanescente a menor. Estes resultados demonstram que o efeito antioxidante apresentado é devido à presença dos fenólicos, as frações com maiores conteúdos de compostos fenólicos são as que apresentam maior atividade, o mesmo resultado foi observado para a análise da atividade antioxidante pelo método do DPPH.

TABELA 21 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA % DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES DA SEMENTE DE *Euterpe edulis* MARTIUS EM RELAÇÃO AOS PADRÕES ÁCIDO ASCÓRBICO E RUTINA, PELA FORMAÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNICO

Amostra	AAR% Ácido ascórbico $\bar{x} \pm dp$	AAR % Rutina $\bar{x} \pm dp$
Extrato etanólico	25,98 \pm 0,92 e	90,12 \pm 1,68 e
Fração Hexano	10,58 \pm 0,17 b	36,77 \pm 0,04 b
Fração Clorofórmio	21,39 \pm 0,80 d	76,24 \pm 0,99 d
Fração Acetato de Etila	18,99 \pm 0,64 c	66,91 \pm 2,87 c
Fração Remanescente	3,31 \pm 0,232 a	12,95 \pm 0,79 a

NOTA: Valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si.

4.2.4 DETERMINAÇÃO DO PODER REDUTOR

A capacidade de redução de uma fração serve como um indicador de seu potencial antioxidante. Os valores obtidos do poder redutor do ácido ascórbico em relação aos extratos e as frações da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius encontram-se na figura 23.

Os maiores valores obtidos foram para o extrato etanólico e as frações da semente compreendendo valores entre $34,78 \pm 2,30\%$ a $38,24 \pm 1,23$. A fração remanescente da semente foi a menos ativa, resultando em um valor de $13,51 \pm 0,94\%$. O extrato etanólico e as frações da polpa expressaram menor atividade com valores entre $3,66 \pm 0,18$ a $7,78 \pm 0,73\%$.

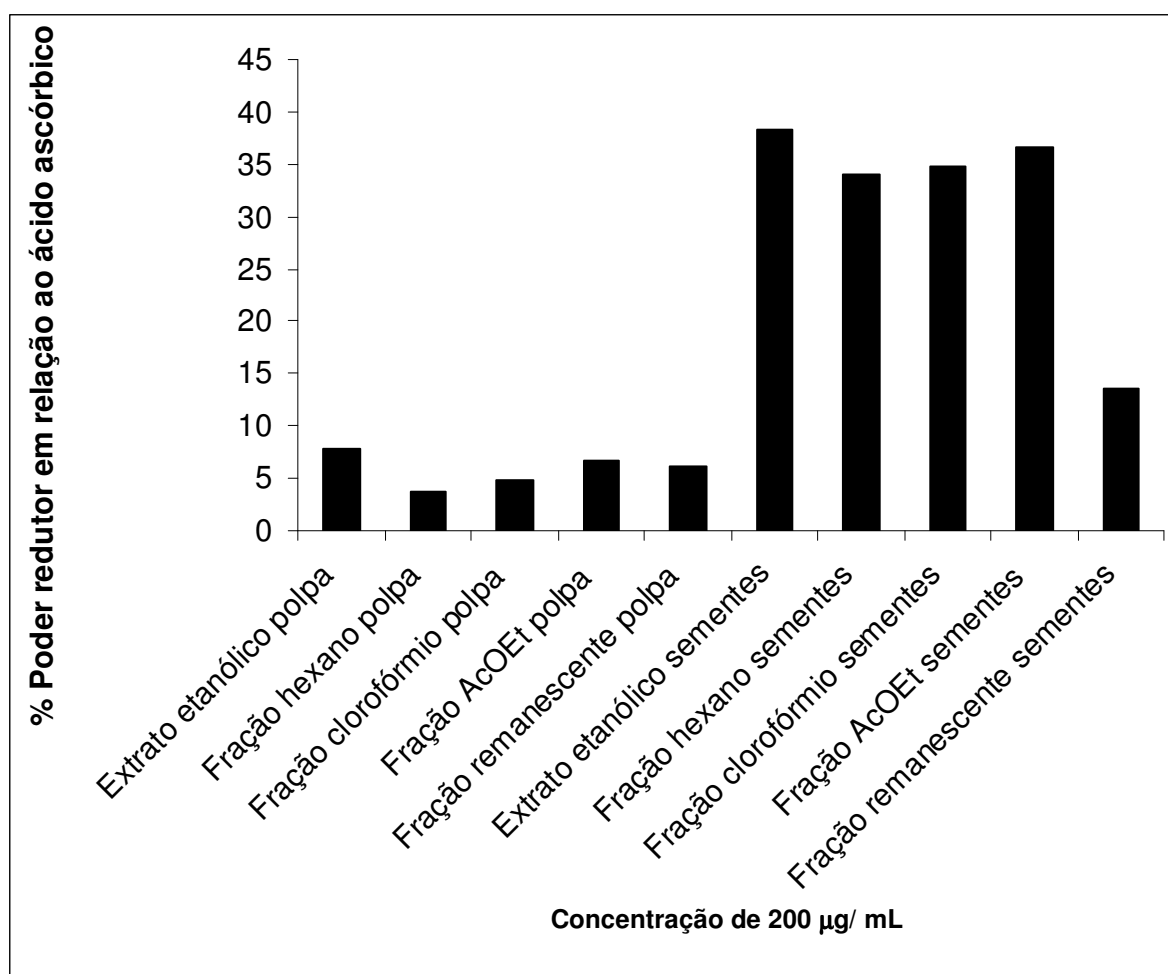


FIGURA 23 – PODER REDUTOR EM RELAÇÃO AO ÁCIDO ASCÓRBICO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

4.2.5 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO TIOCIANATO FÉRRICO

Na metodologia do tiocianato férrico, os peróxidos presentes oxidam o Fe^{2+} a Fe^{3+} , o qual é doseado por colorimetria ($\lambda=500\text{ nm}$) sob a forma de cloreto ou tiocianato férrico (SILVA; BORGES & FERREIRA, 1999). Na figura 24 se observa o percentual de inibição da oxidação lipídica dos extratos, é verificado que todos os extratos tanto da polpa quanto da semente de *Euterpe edulis* Martius foram estatisticamente iguais ao padrão BHT atingindo valores de $97,81 \pm 0,23$ a $99,09 \pm 0,24\%$, enquanto o padrão ácido ascórbico atingiu o valor de $58,69 \pm 2,0\%$, indicando desta forma o potencial de inibição da peroxidação lipídica, não somente das frações com a presença de compostos fenólicos, mas também das frações lipídicas como a hexano e clorofórmio da polpa e hexano da semente.

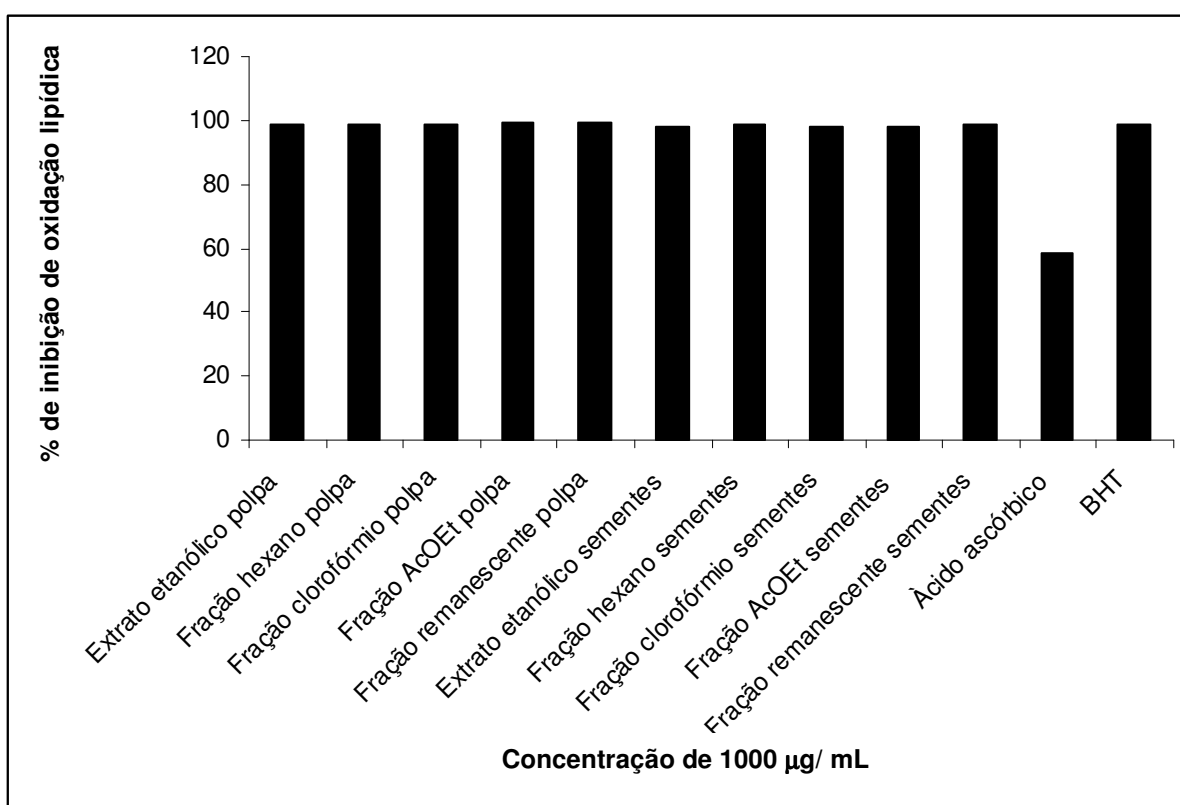


FIGURA 24 – PERCENTUAL DE INIBIÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

4.2.6 AVALIAÇÃO DO PODER SEQUESTRADOR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Embora o peróxido de hidrogênio não seja considerado um radical livre, está envolvido de forma direta ou indireta em diversas patologias (ALVES *et al.*, 2010). O peróxido de hidrogênio é um agente oxidante fraco e pode inativar algumas enzimas diretamente, geralmente por oxidação do tiol. Pode atravessar as membranas celulares rapidamente e uma vez dentro da célula, o peróxido de hidrogênio pode reagir com os íons Fe^{2+} e Cu^{2+} para formar radical hidroxila podendo desta forma causar efeitos tóxicos. Portanto é biologicamente vantajoso para as células controlar a quantidade de peróxido de hidrogênio (NAGULENDRAN; MAHESH & BEGUM, 2007). Na figura 25 encontram-se os resultados do percentual de sequestro do peróxido de hidrogênio ocasionado pelos extratos da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius

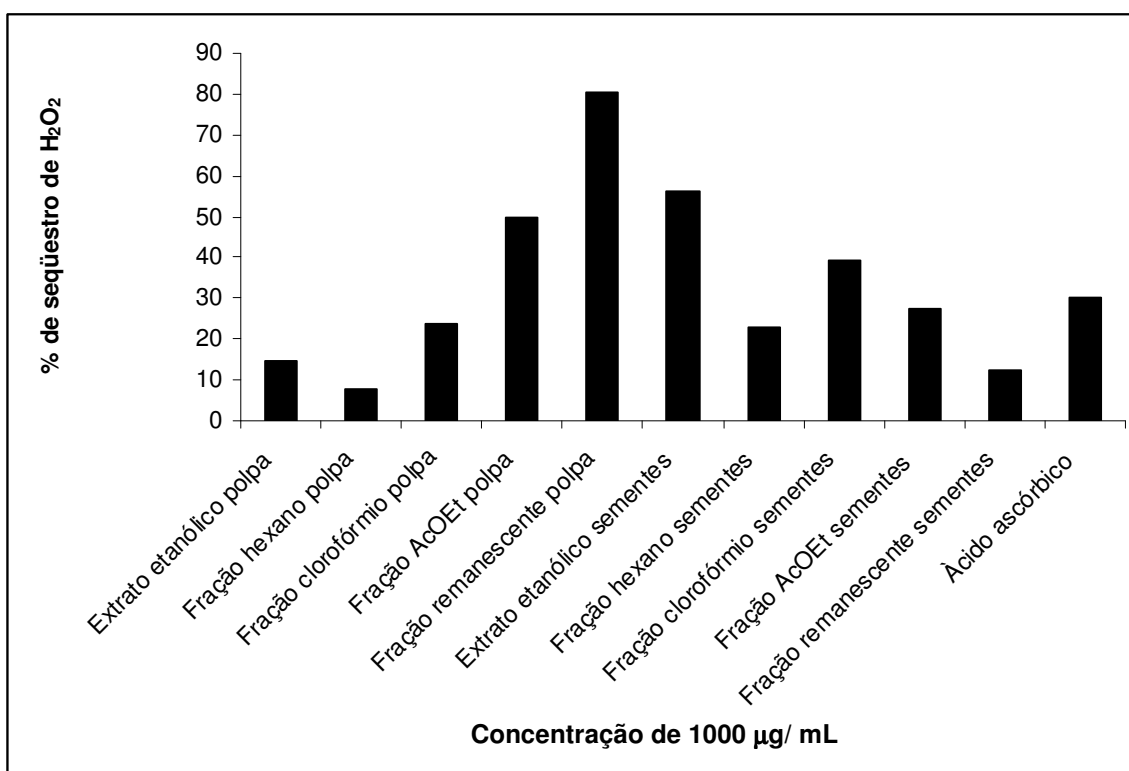


FIGURA 25 – PERCENTUAL DE SEQUESTRO DE H_2O_2 DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Na avaliação da atividade antioxidante pelo método sequestro do peróxido de hidrogênio foi observado que as frações acetato de etila da polpa com $49,68 \pm 7,24\%$, fração remanescente da polpa com $80,22 \pm 9,42\%$ e extrato etanólico da semente com $56,26 \pm 1,91\%$ (figura 25), foram estatisticamente diferentes e superiores ao padrão ácido ascórbico que obteve $30,38 \pm 4,62\%$. Novamente os extratos com os maiores conteúdos de compostos fenólicos apresentam uma atividade antioxidante mais pronunciada.

4.2.7 MÉTODO DA REAÇÃO DE FENTON (DEGRADAÇÃO DA DESOXIRRIBOSE)

O ensaio da degradação da desoxirribose se baseia na quantificação do principal produto desta degradação: o malonoildialdeído (MDA), um composto de três carbonos formado a partir do ataque do radical hidroxil a desoxirribose (CHEESEMAN; BEAVIS & ESTERBAUER, 1988).

Pela metodologia da inibição da degradação da desoxirribose foi observado que as amostras apresentaram resultados inferiores ao do padrão ácido ascórbico, (figura 26, página 106). No entanto, considerando que o ácido ascórbico é uma substância pura, os resultados do extrato etanólico da polpa de *Euterpe edulis* Martius com $81,94 \pm 1,46$, fração acetato de etila da polpa com $78,27 \pm 1,96$, fração remanescente da polpa com $88,29 \pm 2,09\%$ e frações acetato de etila e remanescente da semente de *E. edulis* com respectivamente $78,27 \pm 1,93$ e $91,09 \pm 3,64\%$ apresentaram elevada taxa de inibição da degradação da desoxirribose, indicando o potencial efeito antioxidante destes extratos.

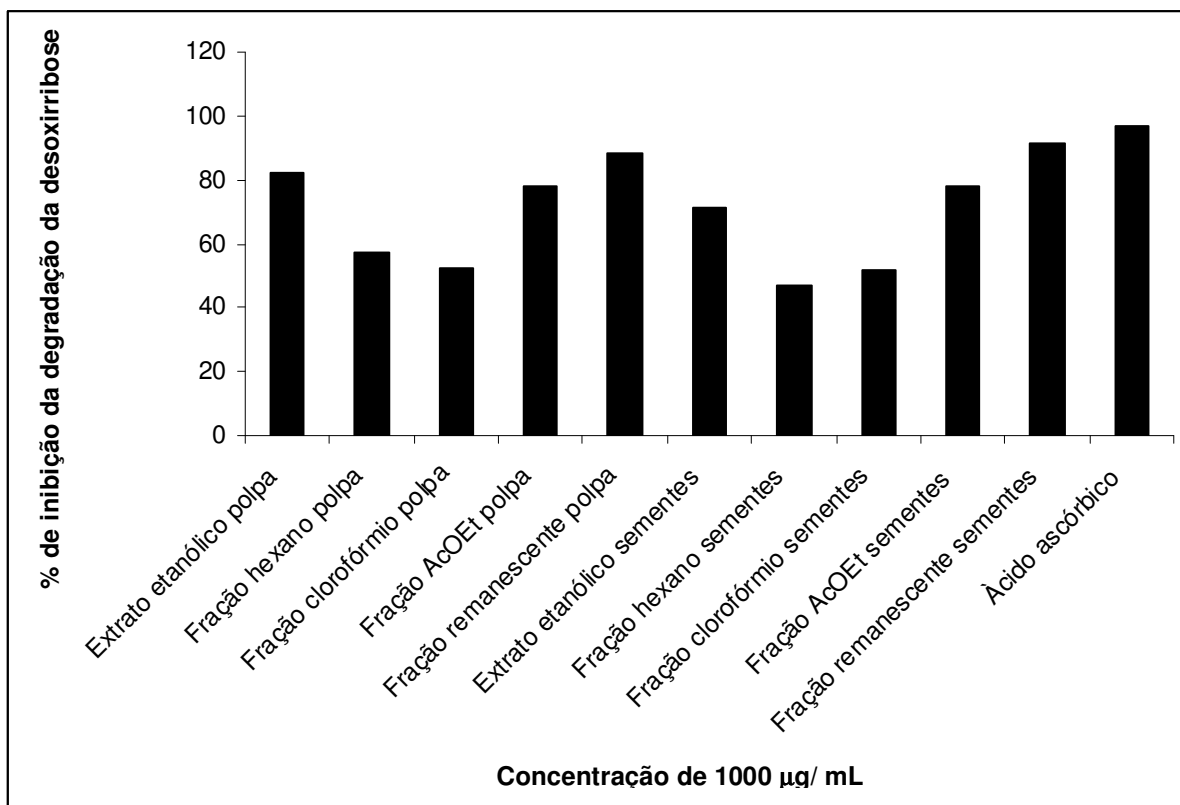


FIGURA 26 – PERCENTUAL DE INIBIÇÃO DA DEGRADAÇÃO DA DESOXIRRIBOSE DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Os valores de atividade antioxidante podem variar amplamente de acordo com a metodologia utilizada. A eficácia de um composto antioxidante é geralmente dependente da polaridade, dos sistemas testados, da natureza do radical e tipo de substrato protegido pelo antioxidante (POZO-INSFRAN, BRENES & TALCOTT, 2004). É perfeitamente possível que um antioxidante atue como protetor em um sistema, mas que falhe na proteção, ou mesmo aumente as lesões induzidas em outros sistemas (BIANCHI & ANTUNES, 1999). Dados de literatura relatam a correlação linear entre a atividade antioxidante e compostos fenólicos, o que tem sido encontrado em extratos de plantas, principalmente frutíferas. De modo geral, os compostos fenólicos e em particular os flavonoides possuem estrutura ideal para o sequestro de radicais, sendo antioxidantes mais efetivos que as vitaminas C e E. A atividade antioxidante dos flavonoides depende da sua estrutura e pode ser determinada por cinco fatores: reatividade como agente doador de H e elétrons, estabilidade do radical flavanoil

formado, reatividade frente a outros antioxidantes, capacidade de quelar metais de transição, a solubilidade e interação com as membranas (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

Substâncias como catequinas e proantocianidinas também tem apresentado resultados em ensaios antioxidantes (LUXIMON-RAMMA, BAHORUN, SOOBRATTE & ARUOMA, 2002). A literatura relata o consumo de catequinas através de alguns alimentos como *Vitis vinifera* L., tendo como benefício a propriedade de prevenir a oxidação lipídica (YILMAZ, 2006). As proantocianidinas são potentes sequestradoras de radicais livres, o que contribui para o efeito benéfico à saúde causado pelo consumo de frutas e outros vegetais (FU *et al.*, 2007). As propriedades antioxidantes das proantocianidinas tem sido atribuídas a sua capacidade de doar hidrogênio e de sequestrar oxigênio singlete. O extrato etanólico, a fração acetato de etila e a fração remanescente da polpa apresentam elevado teor de compostos fenólicos entre eles as proantocianidinas que podem ser responsáveis pela atividade antioxidante encontrada.

Entre as metodologias estudadas foi verificado que nos ensaios de redução de DPPH e da redução do complexo fosfomolibdênico as frações com conteúdo maior de compostos fenólicos obtiveram os melhores resultados de atividade antioxidante. Contudo não somente a quantidade de compostos fenólicos explica o efeito antioxidante, mas o tipo de composto. Por exemplo, dentre os flavonoides, a quercetina apresenta maior atividade antioxidante que a rutina em ensaios de redução devido a sua estrutura química. A rutina apresenta um dissacarídeo (raminose + glicose) ligados a posição 3 do anel pirano, enquanto a quercetina se apresenta na forma de aglicona. Os C3 glicosídeos possuem a mesma atividade antioxidante encontrada para a correspondente aglicona, mas na presença do dissacarídeo a atividade antioxidante é diminuída (GADOW; JOUBERT & HANSMANN, 1997). Tanto na rutina quanto na quercetina a presença da função o-di-hidroxi no anel B é fundamental para a atividade sequestradora de radicais livres, também a presença de m-hidroxi grupos nos C5 e C7 no anel A, e a dupla ligação entre os C2 e C3 no anel pirona e a função cetona em C4 também é responsável pela atividade antioxidante. A catequina tem hidroxilas nos anéis A e B, em posição idêntica as da quercetina, e possui marcada atividade antioxidante. A atividade das catequinas aumenta com o aumento de grupos hidroxilas, especialmente

na posição orto (ELLNAIN-WOJTASZEK; KRUCZYŃSKI & KASPRZAK, 2003). Os compostos fenólicos de baixo peso molecular são considerados substâncias de maior atividade antioxidante, pois além de possuírem a peculiaridade de quelar íons metálicos, o poder redutor decresce com o aumento do peso molecular (VANDERHAEGEN *et al.*, 2006). Numerosos estudos *in vitro* indicam que compostos fenólicos encontrados em plantas podem efetivamente participar de processos que possam ter implicações anti-carcinogênicas e anti-aterogênicas. Entre estes processos, o mais evidente é a capacidade antioxidante destes compostos atribuída ao poder redutor do grupo hidroxila aromático, que reduz radicais livres reativos e produz o radical fenoxila estabilizado por ressonância. A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos é influenciada pelo número e posição dos grupos OH, assim como pelas posições de glicosilação (CERQUEIRA, 2007).

4.3 COMPARAÇÃO DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

4.3.1 QUANTIFICAÇÃO DAS ANTOCIANINAS DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Os resultados obtidos para a determinação do teor de antocianinas pelos métodos de LEES & FRANCIS (1972) e da AHP (2002) encontram-se nas tabelas 22 e 23. Pelas duas metodologias a quantidade de antocianinas da polpa de *Euterpe edulis* Martius foi superior às amostras de *Euterpe oleracea* Martius (açaí). A tabela 22 apresenta os resultados pelo método de LEES & FRANCIS (1972), o conteúdo de antocianinas na polpa de *E. edulis* foi de $87,69 \pm 0,24$ enquanto nas polpas de *E. oleracea* os valores variam de $53,35 \pm 0,10$ a $22,34 \pm 0,57$ mg/ 100 g de cianidina-3-glicosídeo.

TABELA 22 – TEOR DE ANTOCIANINAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ), PELO MÉTODO DE LEES & FRANCIS (1972)

Polpas	Resultados em relação à polpa congelada mg/ 100 g	Resultados em relação à polpa desidratada
Polpa de <i>E. edulis</i>	$87,69 \pm 0,24$ d	$1,355 \pm 0,004\%$
Polpa de açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	$53,35 \pm 0,10$ c	$0,56 \pm 0,001\%$
Polpa de açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	$25,56 \pm 0,51$ b	$0,273 \pm 0,005\%$
Polpa de açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	$23,2 \pm 0,81$ a	$0,342 \pm 0,01\%$
Polpa de açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	$22,34 \pm 0,57$ a	$0,265 \pm 0,007\%$

NOTA: valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey.

Na metodologia preconizada pela AHP para a determinação das antocianinas dos frutos de mirtilo (*Vaccinium myrtillus* L.), o valor encontrado para a polpa de *E. edulis* foi de $105,55 \pm 2,08$ enquanto que para as polpas de *E. oleracea* foi de $63,66 \pm 1,52$ a $21,33 \pm 0,57$ mg/ 100 g de cianidinas-3-glicosídeo (tabela 23).

TABELA 23 – TEOR DE ANTOCIANINAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ), PELO MÉTODO DA AHP (2002)

Polpas	Resultados em relação a polpa congelada mg/ 100 g	Resultados em relação à polpa desidratada
Polpa de <i>Euterpe edulis</i>	$105,55 \pm 2,08$ c	$1,62 \pm 0,03\%$
Polpa de açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	$63,66 \pm 1,52$ b	$0,67 \pm 0,01\%$
Polpa de açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	$24 \pm 4,35$ a	$0,25 \pm 0,04\%$
Polpa de açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	$22 \pm 2,64$ a	$0,32 \pm 0,03\%$
Polpa de açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	$21,33 \pm 0,57$ a	$0,24 \pm 0,01\%$

NOTA: valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey.

Entre as polpas de *E. oleracea* foram observados diferentes valores de antocianinas. Isto pode ser devido aos diferentes locais de coleta dos frutos de açaí e ao transporte dos frutos sem refrigeração, por meio de barcos, a temperatura ambiente ao longo do estuário do rio Amazonas para as indústrias para a produção de polpa. A falta de refrigeração e a demora no transporte destes frutos pode causar a degradação dos compostos fenólicos, principalmente as antocianinas. Em relação ao transporte de frutos tropicais que exibem rápida degradação, a Floresta Atlântica mostra melhores condições logísticas e de processamento industrial que a região do estuário do rio Amazonas. Cerca de 70% da população brasileira vive na região da Floresta Atlântica. Sendo que este bioma produz cerca de 70% do produto interno bruto brasileiro, através de atividades industriais e comerciais, além da produção agrícola (BRASIL, 2004). Esta região é economicamente muito forte e com amplas condições logísticas. Portanto, os frutos de *E. edulis* podem ser rapidamente processados e com isso podem manter elevados os níveis de antocianinas, bem como os demais compostos fenólicos.

4.3.2 PERFIL CROMATOGRÁFICO DAS ANTOCIANINAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Nas figuras 27 e 28 é possível observar o perfil em cromatografia líquida de alta eficiência das antocianinas presentes nas polpas de *Euterpe edulis* Martius e polpa de açaí 1 (*Euterpe oleracea* Martius). Fica demonstrado o aparecimento de duas antocianinas no tempo entre 18 a 20 minutos.

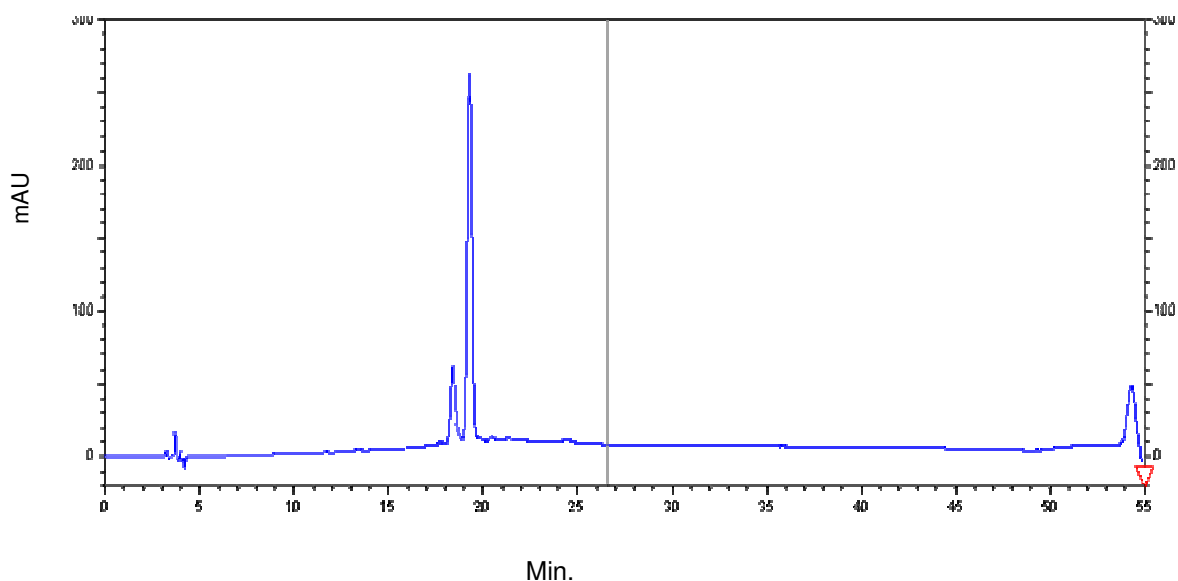


FIGURA 27– PERFIL CROMATOGRÁFICO DAS ANTOCIANINAS POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

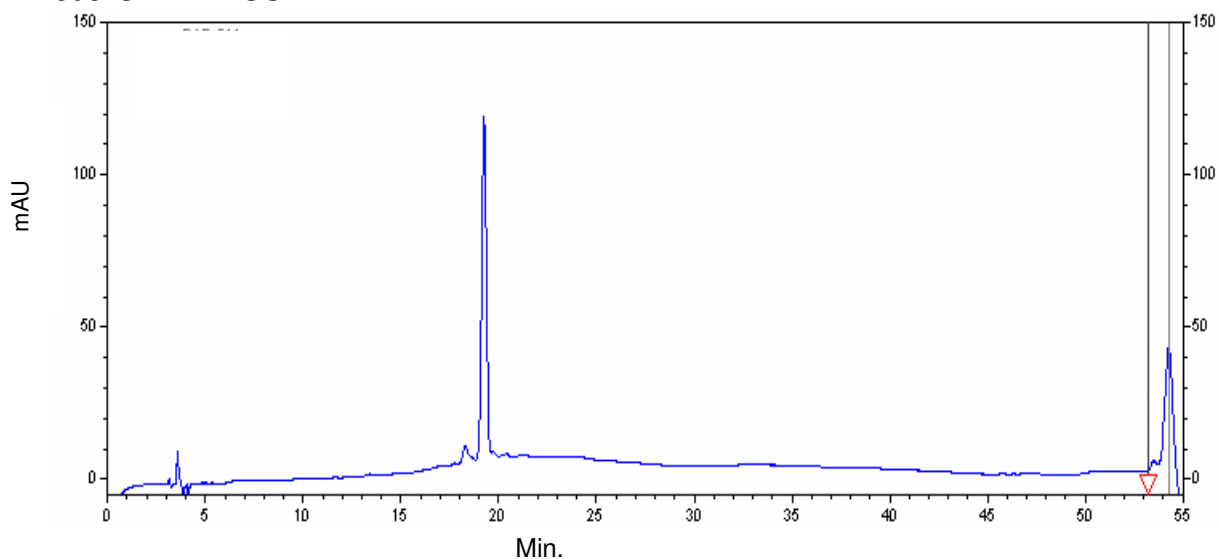


FIGURA 28- PERFIL CROMATOGRÁFICO DAS ANTOCIANINAS POLPA DE AÇAÍ 1 (*Euterpe oleracea* MARTIUS)

Na figura 29 é possível notar a absorção na luz UV destas duas antocianinas, que estão presentes em todas as polpas. Tanto a antocianina com o tempo de retenção 18,32 (antocianina 1) quanto a de tempo de retenção 19,22 (antocianina 2) estão presentes em maior quantidade na polpa de *E. edulis* do que na polpa das amostras de *E. oleracea*, justificando os maiores valores encontrados de antocianinas totais para a amostra de *E. edulis* pelas metodologias de LEES & FRANCIS e AHP.

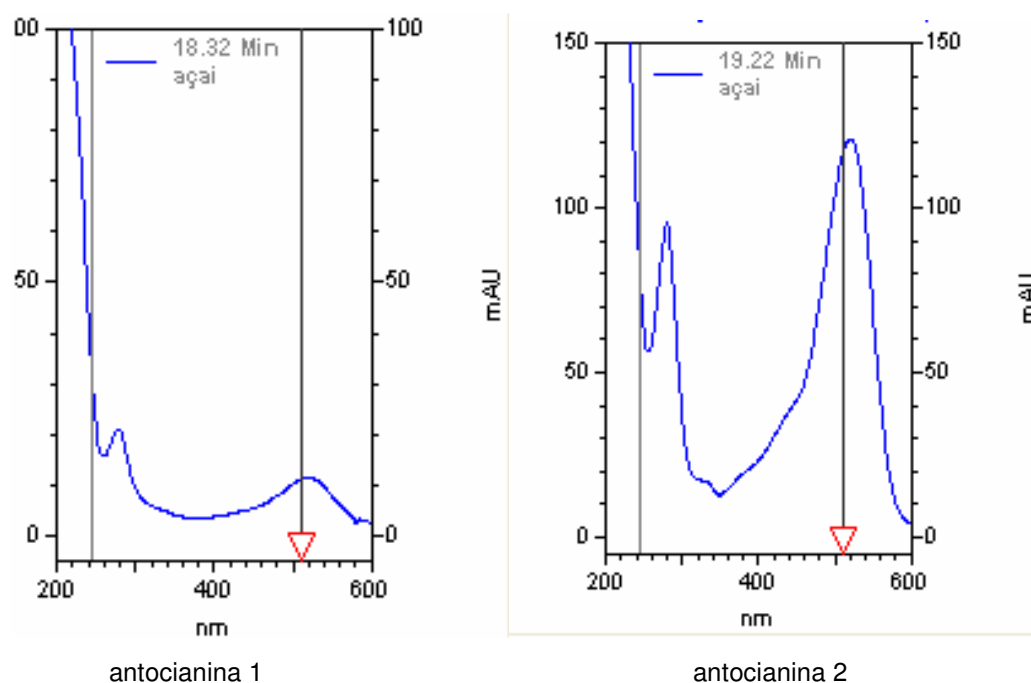


FIGURA 29 – ESPECTRO DE ABSORÇÃO NO UV DAS ANTOCIANINAS 1 e 2 PRESENTES NA POLPA DE AÇAÍ 1 (*Euterpe oleracea* MARTIUS)

Na tabela 24 encontra-se os tempos de retenção e os comprimentos de absorção das amostras das polpas.

TABELA 24- TEMPO DE RETENÇÃO E ABSORBÂNCIAS MAX. E MIN. DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

POLPA	TEMPO DE RETENÇÃO (min.)	LAMB. MÁX. (nm)	LAMB. MIN. (nm)
<i>E. edulis</i>	19,32	520	280
<i>E. edulis</i>	18,40	518	279
Açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	19,28	520	278
Açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	18,25	520	278
Açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	19,30	520	280
Açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	18,32	520	280
Açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	19,30	520	280
Açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	18,24	520	280
Açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	19,30	520	280
Açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	18,32	520	280

Em estudo realizado por ROSSO *et al.* (2008), lotes de polpa de *E. oleracea* (açaí) identificaram a predominância de cianidina 3-*O*-glucosídeo e cianindina 3-*O*-rutinosídeo, na proporção de 13% e 87% respectivamente. GOUVÊA *et al.* (2012) obtiveram resultados semelhantes analisando polpas de *E. oleracea* liofilizadas, encontrado valores de $35,29 \pm 0,12$ e $58,73 \pm 0,22$ mg/ 100 g de cianidina 3-*O*-glucosídeo e cianindina 3-*O*-rutinosídeo, respectivamente. GALLORI *et al.* (2004) e SCHAUSS, *et al.* (2006) também encontraram a presença de cianidina 3-*O*-glicosídeo e cianidina 3-*O*-rutinosídeo em amostras de *E. oleracea*. Entretanto, DEL POZO *et al.* (2004) identificaram cianidina 3-glucosídeo como a antocianina predominante em *E. oleracea*.

4.3.3 AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS, PROANTOCIANIDINAS E FLAVONOIDES DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

A determinação da quantidade de fenólicos, proantocianidinas e flavonoides totais das polpas foi realizada utilizando-se os mesmos procedimentos anteriormente descritos para os extratos. Os resultados obtidos encontram-se nas tabelas 25, 26, 27 e 28. Como descrito anteriormente a presença de catequina e epicatequina já foi detectada tanto na polpa de *Euterpe oleracea* Martius quanto na polpa de *Euterpe edulis* Martius. A polpa de açaí 1 (tabela 25) apresentou maior conteúdo de fenólicos expressos em catequina que a polpa de *E. edulis*. Contudo, em relação ao resíduo seco a polpa de *E. edulis* apresenta um percentual maior de fenólicos que a polpa de açaí 1. Comparando com as demais polpas, a polpa de *E. edulis* apresenta um maior conteúdo fenólico, e em relação ao resíduo seco, a polpa de *E. edulis* apresenta um maior percentual que as polpas de açaí, *E. oleracea*.

TABELA 25 – CONTEÚDO DE FENÓLICOS EXPRESSOS EM CATEQUINA DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Polpas	Resultados em relação à polpa congelada (mg/ 100 g)	Resultados em relação à polpa desidratada
Polpa de <i>E. edulis</i>	515,33 ± 6,11 d	7,93 ± 0,08%
Polpa de açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	546,66 ± 11,54 e	5,82 ± 0,12%
Polpa de açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	420 ± 10 c	4,48 ± 0,10%
Polpa de açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	243,33 ± 11,54 a	3,59 ± 0,17%
Polpa de açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	316,66 ± 11,54 b	3,75 ± 0,13%

NOTA: valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey.

Em relação aos compostos fenólicos expressos em ácido gálico (tabela 26), a polpa de *E. edulis* mostrou-se estatisticamente igual às polpas de açaí com maior concentração de fenólicos, as polpas de açaí 1 e 2. Na polpa *E. oleracea* (açaí) já foram mencionados constituintes fenólicos da classe dos ácidos fenólicos como ácidos protocatecuico, *p*-benzoico, vanílico, siríngico, ferúlico (PACHECO-PALENCIA; MERTENS-TALCOTT; TALCOTT, 2008). RIBEIRO *et al.* (2009) descrevem os ácidos gálico e benzóico como os principais constituintes fenólicos de polpas de *E. oleracea*. Na polpa de *E. edulis* foi descrito por BORGES *et al.*, (2011) a presença dos ácidos fenólicos: ferúlico, gálico, protocatecuico e *p*-cumárico.

TABELA 26 – CONTEÚDO DE FENÓLICOS EXPRESSOS EM ÁCIDO GÁLICO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Polpas	Resultados em relação a polpa congelada (mg/ 100 g)	Resultados em relação à polpa desidratada
Polpa de <i>E. edulis</i>	352,02 ± 2.860 c	5,43 ± 0,03%
Polpa de açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	350,56 ± 16.58 c	3,72 ± 0,17%
Polpa de açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	324,94 ± 11.16 c	3,46 ± 0,12%
Polpa de açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	175,20 ± 11.09 a	2,58 ± 0,16%
Polpa de açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	227,3 ± 11.68 b	2,69 ± 0,14%

NOTA: valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey.

Em relação ao conteúdo de proantocianidinas (taninos condensados) a polpa de *E. edulis* apresentou quantidade superior do que as polpas de *E. oleracea* (tabela 27)

TABELA 27 – CONTEÚDO DE PROANTOCIANIDINAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Polpas	Resultados em relação à polpa congelada (mg/ 100 g)	Resultados em relação à polpa desidratada
Polpa de <i>E. edulis</i>	199,33 ± 3,05 d	2,98 ± 0,09%
Polpa de açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	113,33 ± 5,77 c	1,20 ± 0,05%
Polpa de açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	72,33 ± 1,15 b	0,77 ± 0,01%
Polpa de açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	32,33 ± 0,57 a	0,47 ± 0,005%
Polpa de açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	63 ± 4,35 b	0,74 ± 0,04%

NOTA: valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey.

A presença dos flavonoides quercetina, catequina e epicatequina foi verificada também por BORGES *et al.* (2011). Para *E. oleracea* (açai) foram encontrados vários flavonoides como: (2S,3S)-dihidrokaempferol 3-O-β-D-glicosídeo, (2R,3R)-dihidrokaempferol 3-O-β-D-glicosídeo, isovitexina, velutina, 5,4'-dihidroxi-7,3',5'-trimetoxiflavona (KANG *et al.*, 2011), homoorientina e orientina (GALLORI *et al.*, 2004). A quantidade de flavonoides encontrada para a polpa de *E. edulis* (tabela 28) foi estatisticamente igual às polpas de açai 3 e 4, que demonstraram uma menor quantidade desta classe de constituinte.

TABELA 28 – CONTEÚDO DE FLAVONOIDES TOTAIS EXPRESSOS EM QUERCETINA DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Polpas	Resultados em relação à polpa congelada (mg/ 100 g)	Resultados em relação à polpa desidratada
Polpa de <i>E. edulis</i>	39,93± 1,84 a	0,61 ± 0,02%
Polpa de açai 1 (<i>E. oleracea</i>)	51,33 ± 3,05 b	0,54 ± 0,03%
Polpa de açai 2 (<i>E. oleracea</i>)	67,15± 2,33 c	0,71 ± 0,02%
Polpa de açai 3 (<i>E. oleracea</i>)	38,5 ± 5,40 a	0,56 ± 0,007%
Polpa de açai 4 (<i>E. oleracea</i>)	35,35 ± 3,06 a	0,41 ± 0,04%

NOTA: valores seguidos de letras diferentes na mesma coluna são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey.

Foi observado que o conteúdo de antocianinas, compostos fenólicos e proantociandinas encontrados na polpa de *E. edulis* são considerados iguais ou superiores àqueles encontrados nas polpas de *E. oleracea* (açai). Em estudo com as antocianinas dos frutos de *E. oleracea* foi observado que a presença de compostos fenólicos como flavonas C-glicosídeos e procianidinas contribuem para a maior estabilidade destes pigmentos durante o armazenamento, reduzindo a cinética de

degradação das antocianinas (PACHECO-PALENCIA & TALCOTT, 2010). A polpa de *E. edulis* apresentou uma maior quantidade de proantocianidinas e fenólicos quando comparada com as polpas de *E. oleracea* (açai), o que pode contribuir para a estabilidade das antocianinas, justificando a maior quantidade destas encontradas na polpa de *E. edulis*.

4.3.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Na tabela 29 pode ser verificado o teor de sólidos das polpas. A polpa de *Euterpe edulis* Martius mostrou ser estatisticamente igual à polpa de açai 3. As demais polpas apresentaram uma maior quantidade de resíduo. No entanto, esta maior quantidade de resíduo, não expressa uma maior quantidade de ativos. Em relação ao resíduo seco a polpa de *E. edulis* apresenta uma maior quantidade de compostos fenólicos que todas as polpas de *Euterpe oleracea* Martius testadas. A polpa de *E. edulis* também apresenta maior conteúdo de antocianinas e proantocianidinas.

TABELA 29 – TEOR DE SÓLIDOS DAS POLPAS DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

POLPA	PERCENTUAL DE SÓLIDOS
Polpa de <i>E. edulis</i>	6,47 ± 0,21% a
Polpa de açai 1 (<i>E. oleracea</i>)	9,38 ± 0,005% c
Polpa de açai 2 (<i>E. oleracea</i>)	9,35 ± 0,09% c
Polpa de açai 3 (<i>E. oleracea</i>)	6,77 ± 0,08% a
Polpa de açai 4 (<i>E. oleracea</i>)	8,42 ± 0,10% b

Nota: valores seguidos de letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey.

4.3.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Os resultados da atividade antioxidante pelos métodos do DPPH, redução do complexo fosmolibidênico, poder redutor, tiocianato férrico, poder sequestrador de peróxido de hidrogênio, e da degradação da desoxirribose encontram-se nas tabelas 30, 31, 32, 33, 34 e 35.

No ensaio da redução do DPPH a atividade antioxidante foi expressa como EC₅₀ (porcentagem de inibição correspondente à redução da absorbância do DPPH em 50%). A polpa de *Euterpe edulis* Martius mostrou maior capacidade antioxidante seguido respectivamente das polpas de açaí 2, 1, 4 e 3 (*Euterpe oleracea* Martius). Os resultados estão presentes na tabela 30. O valor de EC₅₀ para a polpa de *E. edulis* foi de 24,16 ± 0,29 µg/mL e variou de 31,85 ± 0,72 da polpa de açaí 2 a 86,74 ± 0,79 µg/mL da polpa açaí 3.

TABELA 30- VALORES DE EC₅₀ DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ), OBTIDOS NO ENSAIO DE REDUÇÃO DO DPPH

Polpa	EC ₅₀ µg/mL x ± dp
Polpa de <i>E. edulis</i>	24,16 ± 0,29 a
Polpa de açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	38,58 ± 0,72 c
Polpa de açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	31,85 ± 0,56 b
Polpa de açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	86,74 ± 0,79 e
Polpa de açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	64,60 ± 0,89 d

NOTA: Valores seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente entre si.

Pela metodologia do DPPH, BORGES *et al.* (2011) demonstraram que o conteúdo de antocianinas da polpa de *E. edulis* está altamente correlacionado com a atividade

antioxidante e o teor de flavonoides é moderadamente correlacionado. A quantidade superior de antocianinas presentes na polpa de *E. edulis* contribuiu para a maior atividade antioxidante, resultando em EC₅₀ de 24,16 µg/mL. As antocianinas são conhecidas por serem excelentes antioxidantes que ajudam a proteger as plantas contra danos da radiação UV, particularmente, a radiação UVB, que causa efeitos perigosos ao ser humano, tais como envelhecimento precoce e câncer de pele (HAFIDH *et al.*, 2009).

Pelo ensaio de redução do complexo fosfomolibênico, a polpa de *E. edulis* (tabela 31) foi estatisticamente igual às polpas de *E. oleracea* com maior atividade, as polpa de açaí 1 e 2.

TABELA 31 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE RELATIVA % EM RELAÇÃO AO ÁCIDO ASCÓRBICO PELA REDUÇÃO DO COMPLEXO FOSFOMOLIBDÊNICO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Polpa	AAR% Ácido Ascórbico $\bar{x} \pm dp$
Polpa de <i>E. edulis</i>	13,38 \pm 0,86 c
Polpa de açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	13,68 \pm 0,81 c
Polpa de açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	12,34 \pm 0,25 c
Polpa de açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	10,12 \pm 0,74 b
Polpa de açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	7,69 \pm 0,18 a

NOTA: Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

Pelo ensaio do poder redutor (tabela 32), a polpa de *E. edulis* apresentou a maior atividade antioxidante. A atividade antioxidante dos compostos fenólicos é correlacionada às suas propriedades redox, a qual permite atuar como agentes redutores e doadores de hidrogênio (OBOH & HENLE, 2009). Os maiores valores de compostos fenólicos podem ser responsáveis pelo maior poder redutor demonstrado pela polpa de *E. edulis*. Em um estudo com polpa de *E. oleracea* desengordurada, a capacidade antioxidante por diferentes métodos (FRAP, ABTS, DPPH e ORAC) foi associada ao conteúdo fenólico. Os taninos hidrolizados e condensados contribuíram para a ação antioxidante (RUFINO *et al.*, 2010).

TABELA 32 – PODER REDUTOR EM RELAÇÃO AO ÁCIDO ASCÓRBICO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Polpa	% de Poder redutor em relação ao ácido ascórbico $\bar{x} \pm dp$
Polpa de <i>E. edulis</i>	13,82 \pm 0,71 c
Polpa de açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	6,13 \pm 0,49 a
Polpa de açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	11,59 \pm 0,90 bc
Polpa de açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	9,38 \pm 1,38 b
Polpa de açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	6,67 \pm 0,77 a

NOTA: Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

Os valores obtidos de inibição do percentual de peroxidação lipídica da polpa de *E. edulis* e das polpas de *E. oleracea* (tabela 33) foram estatisticamente iguais e acima do resultado encontrado para o ácido ascórbico e estatisticamente igual ao padrão BHT atingindo o valor de $99,22 \pm 0,06\%$ de inibição da peroxidação lipídica.

TABELA 33 – PERCENTUAL DE INIBIÇÃO DA PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Polpa	% de Inibição da peroxidação lipídica $x \pm dp$
Polpa de <i>E. edulis</i>	$99,22 \pm 0,06$ b
Polpa de açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	$99,15 \pm 0,02$ b
Polpa de açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	$98,07 \pm 0,33$ b
Polpa de açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	$98,43 \pm 0,05$ b
Polpa de açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	$98,43 \pm 0,44$ b
Ácido ascórbico	$58,69 \pm 2,0$ a
BHT	$98,87 \pm 0,14$ b

NOTA: Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

Os compostos fenólicos apresentam grande capacidade de sequestro de peróxido de hidrogênio, esta habilidade é atribuída à capacidade dos mesmos serem doadores de elétrons (BALASUNDRUM *et al*, 2005). Estatisticamente o valor encontrado para o poder sequestrador de peróxido de hidrogênio para a polpa de *E. edulis* (tabela 34) foi maior e diferente das polpas de açaí e do padrão ácido ascórbico, atingindo o valor de $60,9 \pm 8,92\%$, enquanto que para as polpas de *E. oleracea* (açaí) variou de $11,34 \pm 6,15$ a $16,51 \pm 3,07\%$ e para o ácido ascórbico $30,38 \pm 4,62\%$. Todas as polpas de *E. oleracea* (açaí) foram consideradas estatisticamente iguais ao ácido ascórbico. Em relação ao resíduo seco, a polpa de *E. edulis* apresenta uma maior concentração de compostos fenólicos, antocianinas e proantocianidinas que todas as polpas de *E. oleracea* analisadas. A maior quantidade destes compostos justifica os resultados encontrados para a polpa de *E. edulis*.

TABELA 34 – PERCENTUAL DE SEQUESTRO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Polpa	% de sequestro de H ₂ O ₂ $x \pm dp$
Polpa de <i>E. edulis</i>	$60,9 \pm 8,92$ b
Polpa de açaí 1 (<i>E. oleracea</i>)	$16,51 \pm 3,07$ a
Polpa de açaí 2 (<i>E. oleracea</i>)	$11,34 \pm 6,15$ a
Polpa de açaí 3 (<i>E. oleracea</i>)	$15,43 \pm 6,07$ a
Polpa de açaí 4 (<i>E. oleracea</i>)	$12,99 \pm 0,28$ a
Ácido ascórbico	$30,38 \pm 4,62$ a

NOTA: Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

Na avaliação do percentual de inibição da degradação da desoxirribose, a polpa de *E. edulis* apresentou um percentual de $72,42 \pm 1,09\%$ de inibição e as polpas de *E. oleracea* (açai) demonstram valores maiores de inibição, chegando a $90,85 \pm 0,12\%$ a polpa de açai 4. O padrão ácido ascórbico mostrou-se estatisticamente diferente de todas as polpas com um valor de $96,65 \pm 0,18\%$ de inibição.

TABELA 35 - PERCENTUAL DE INIBIÇÃO DA DEGRADAÇÃO DA DESOXIRRIBOSE DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS E DE AMOSTRAS DE POLPA DE *Euterpe oleracea* MARTIUS (AÇAÍ)

Polpa	% de inibição da degradação da desoxirribose $\bar{x} \pm dp$
Polpa de <i>E. edulis</i>	$72,42 \pm 1,29$ a
Polpa de açai 1 (<i>E. oleracea</i>)	$78,49 \pm 1,31$ b
Polpa de açai 2 (<i>E. oleracea</i>)	$79,57 \pm 1,91$ b
Polpa de açai 3 (<i>E. oleracea</i>)	$80,36 \pm 0,97$ b
Polpa de açai 4 (<i>E. oleracea</i>)	$90,85 \pm 0,12$ c
Ácido ascórbico	$96,65 \pm 0,18$ d

NOTA: Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

Os frutos de *E. oleracea* e *E. edulis* são constituídos de substâncias antioxidantes como os compostos fenólicos. Os resultados mostram que a polpa de *E. edulis* tem a mesma ou maior capacidade antioxidante que as polpas de *E. oleracea* (açai) analisadas, devido ao maior conteúdo de antocianinas, compostos fenólicos e proantocianidinas. Desta forma, a polpa de *E. edulis* também pode ter as mesmas indicações que a polpa de *E. oleracea* podendo ser utilizada como alimento funcional, proporcionando benefícios para a saúde, incentivando o manejo sustentável desta espécie nativa da Floresta Atlântica.

4.4 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ALELOPÁTICA

4.4.1 AVALIAÇÃO ALELOPÁTICA EM CAIXA GERBOX

No bioensaio para o potencial alelopático sobre o desenvolvimento das plântulas de *Lactuca sativa* L., avaliou-se os efeitos das frações obtidas dos extratos etanólicos da polpa e da semente e da polpa industrializada sobre o crescimento da radícula e do hipocótilo, bem como sobre a germinação das sementes de *L. sativa*.

De acordo com as tabelas 36 (página 126) e 37 (página 127), o extrato etanólico e as frações hexano, clorofórmio e acetato de etila obtidas do extrato da polpa de *Euterpe edulis* Martius demonstraram ser iguais estatisticamente ao controle, não apresentando efeito sobre o crescimento das plântulas. Porém, a fração remanescente como demonstrado na figura 30, é estatisticamente diferente do controle, inibindo o crescimento da radícula, na concentração de 0,2 mg houve inibição de 46,3% e na concentração de 0,4 mg 41,76%. Esta fração também inibiu o desenvolvimento do hipocótilo nas mesmas concentrações. A concentração 0,2 mg inibiu em média 45,75% e a concentração 0,4 mg inibiu em média 31,75% o crescimento das plântulas.

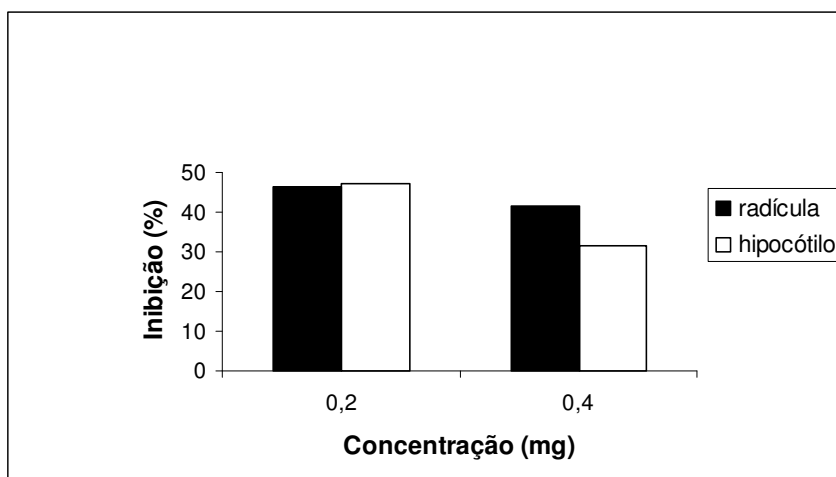


FIGURA 30 – INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. PROMOVIDO PELA FRAÇÃO REMANESCENTE DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

NOTA: o percentual de inibição é média das quatro repetições comparada à média do crescimento do controle

TABELA 36 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DAS RADÍCULAS DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento (mg)	Repetição	Extrato ou Fração				
		EB	FH	FC	FACOEt	FR
0,1	1	2,90 a	4,40 a	3,78 b	3,68 a	3,70 b
	2	3,02 a	3,82 a	4,48 b	4,04 a	3,98 b
	3	3,22 a	4,42 a	4,22 b	4,08 a	3,84 b
	4	3,60 a	4,32 a	3,66 b	3,77 a	3,42 b
0,2	1	3,60 a	3,88 a	4,08 b	4,66 a	2,23 a
	2	3,70 a	3,60 a	4,28 b	4,26 a	2,32 a
	3	3,73 a	4,26 a	3,86 b	4,48 a	2,17 a
	4	3,90 a	4,28 a	3,82 b	4,52 a	2,30 a
0,4	1	3,67 a	3,75 a	3,85 b	4,44 a	2,67 a
	2	3,70 a	3,90 a	4,27 b	3,88 a	2,16 a
	3	3,73 a	2,96 a	4,32 b	4,80 a	2,66 a
	4	3,80 a	3,96 a	3,53 b	4,05 a	2,30 a
0,8	1	3,25 a	3,68 a	4,16 b	4,54 a	4,20 b
	2	3,35 a	4,24 a	3,78 b	4,64 a	3,42 b
	3	3,37 a	4,16 a	3,82 b	4,68 a	3,60 b
	4	3,10 a	3,72 a	3,48 a	4,58 a	3,94 b
Controle	1	3,27 a	4,26 a	3,65 a	3,94 a	4,24 b
	2	3,30 a	4,18 a	4,14 b	3,24 a	4,17 b
	3	3,45 a	4,28 a	3,86 b	3,78 a	4,28 b
	4	3,38 a	4,12 a	3,59 b	3,30 a	4,07 b

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

(2) EB = extrato bruto etanólico; FH = fração hexano; FC = fração clorofórmio, FACOEt = fração acetato de etila; FR = fração remanescente

TABELA 37 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DAS HIPOCÓTILOS DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento (mg)	Repetição	Extrato ou Fração				
		EB	FH	FC	FACOEt	FR
0,1	1	2,50 a	3,15 a	3,22 a	4,23 a	2,82 b
	2	3,10 a	4,04 a	3,36 a	4,08 a	2,88 b
	3	3,15 a	4,02 a	3,50 a	3,88 a	2,98 b
	4	3,47 a	3,60 a	3,57 a	3,40 a	3,30 b
0,2	1	2,46 a	4,14 a	2,60 a	4,28 a	1,20 a
	2	2,70 a	4,24 a	3,24 a	4,12 a	1,54 a
	3	2,95 a	3,96 a	3,40 a	3,74 a	1,64 a
	4	2,97 a	3,32 a	3,54 a	4,28 a	1,88 a
0,4	1	2,97 a	3,80 a	2,82 a	3,36 a	1,78 a
	2	3,05 a	4,10 a	3,05 a	3,52 a	2,12 a
	3	3,20 a	3,65 a	3,33 a	3,76 a	2,28 a
	4	3,40 a	3,70 a	3,72 a	4,12 a	1,90 a
0,8	1	2,40 a	3,64 a	3,10 a	3,48 a	3,64 b
	2	2,50 a	4,10 a	3,22 a	3,76 a	3,20 b
	3	2,72 a	4,12 a	3,16 a	3,80 a	3,18 b
	4	2,90 a	4,02 a	3,32 a	4,08 a	3,18 b
Controle	1	2,86 a	3,32 a	2,62 a	3,06 a	3,48 b
	2	3,00 a	3,94 a	2,88 a	3,32 a	2,62 b
	3	3,18 a	3,48 a	3,06 a	3,36 a	2,86 b
	4	3,32 a	3,76 a	3,06 a	3,38 a	2,88 b

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

(2) EB = extrato bruto etanólico; FH = fração hexano; FC = fração clorofórmio, FACOEt = fração acetato de etila; FR = fração remanescente

Geralmente, os efeitos causados tendem a ser dependentes da concentração dos aleloquímicos, ou seja, tendem a ser mais acentuados em concentrações mais altas, sendo essa tendência observada nos bioensaios de crescimento. Entretanto, os efeitos alelopáticos podem escapar deste padrão, já que os efeitos observados resultam do somatório de uma série de alterações moleculares (MARASCHIN-SILVA & ÁQUILA, 2006).

De forma geral, as raízes mostram-se mais sensíveis à ação de substâncias presentes nos extratos quando comparados com as demais estruturas das plântulas, fato este que pode ser explicado pelas raízes estarem em contato direto com o aleloquímico (BORELLA & PASTORINI 2009), principalmente em ensaio de crescimento em caixa gerbox. Contudo este fato não ocorreu, pois a inibição do crescimento foi proporcional em ambas as estruturas na concentração de 0,2 mg, no entanto na concentração de 0,4 mg foi observada maior sensibilidade da radícula ao extrato.

O extrato etanólico (EB) e as frações hexano e acetato de etila obtidas do extrato da semente de *E. edulis* conforme as tabelas 38 (página 130) e 39 (página 131), demonstraram ser iguais estatisticamente ao controle, não apresentando efeito sobre o crescimento das plântulas. A fração clorofórmio (FC) da semente apresentou efeito sobre o crescimento em comparação ao controle, às concentrações 0,2; 0,4 e 0,8 inibiram o crescimento da radícula em média de 13,21%, 20,93% e 36,48% respectivamente (figura 31).

A fração remanescente (FR) da semente de *E. edulis* inibiu o crescimento do hipocótilo nas concentrações de 0,1 e 0,2 mg, em média de 26,85% e de 21,62%, (figura 31). O fato das menores concentrações da fração remanescente terem demonstrado inibição do crescimento do hipocótilo pode ser devido a natureza química dos aleloquímicos que é muito diversa e alguns só atuam em presença de outros, em combinações e proporções específicas, sendo difícil distinguir e identificar os efeitos individuais, devido à complexidade biológica do processo (PEREIRA *et al.* 2008).

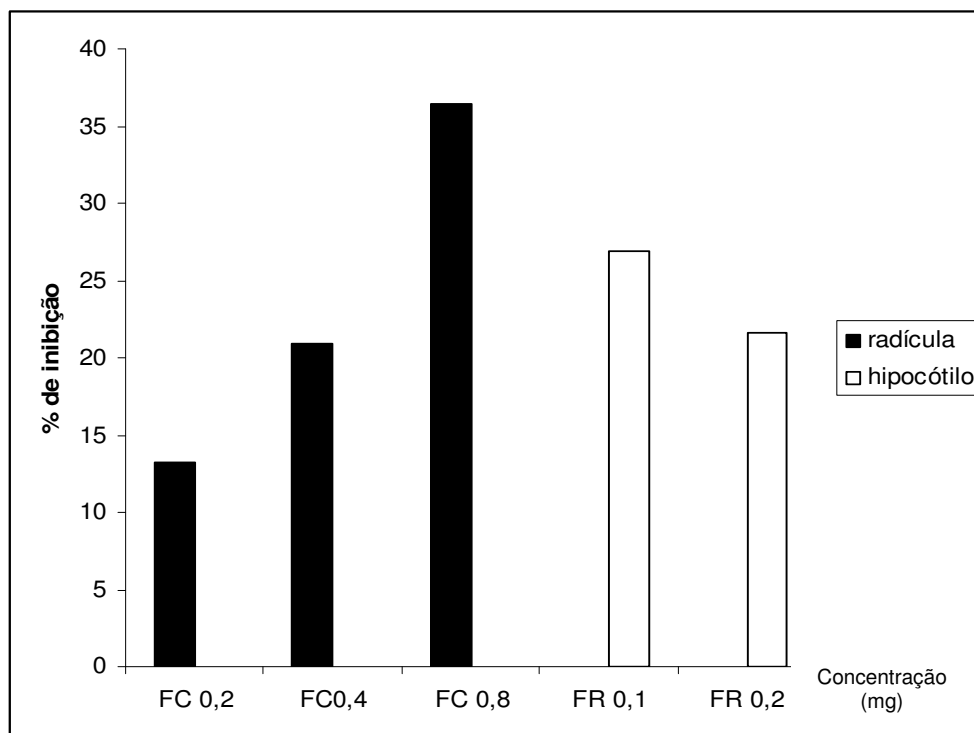


FIGURA 31 – INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. PROMOVIDO PELA FRAÇÃO CLOROFÓRMIO E REMANESCENTE DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

NOTA: o percentual de inibição é média das quatro repetições comparada à média do crescimento do controle

TABELA 38 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DAS RADÍCULAS DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento (mg)	Repetição	Extrato ou Fração				
		EB	FH	FC	FAcOEt	FR
0,1	1	2,37 a	2,96 a	3,76 b	3,97 a	2,56 a
	2	2,42 a	3,64 a	3,76 b	4,06 a	3,04 a
	3	2,82 a	3,84 a	3,85 b	4,30 a	3,18 a
	4	2,85 a	3,96 a	3,90 b	4,48 a	2,12 a
0,2	1	3,22 a	3,30 a	3,16 a	3,56 a	2,98 a
	2	3,25 a	4,24 a	3,34 a	4,30 a	3,58 a
	3	3,55 a	3,84 a	3,42 a	4,64 a	4,08 a
	4	3,70 a	4,28 a	3,86 b	4,68 a	4,24 a
0,4	1	3,05 a	3,07 a	2,46 a	3,30 a	2,88 a
	2	3,07 a	3,96 a	2,95 a	3,92 a	3,28 a
	3	3,07 a	3,98 a	3,22 a	4,07 a	3,84 a
	4	3,57 a	3,98 a	3,42 a	4,12 a	4,37 a
0,8	1	2,10 a	3,34 a	1,90 a	3,34 a	3,16 a
	2	2,22 a	2,84 a	2,48 a	3,50 a	3,55 a
	3	2,75 a	3,64 a	2,60 a	3,58 a	3,68 a
	4	2,95 a	3,42 a	2,70 a	3,60 a	3,76 a
Controle	1	3,27 a	4,26 a	3,65 b	3,94 a	4,18 a
	2	3,30 a	4,18 a	4,14 b	3,24 a	3,14 a
	3	3,45 a	4,28 a	3,86 b	3,78 a	3,94 a
	4	3,38 a	4,12 a	3,59 b	3,30 a	4,40 a

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

(2) EB = extrato bruto etanólico; FH = fração hexano; FC = fração clorofórmio, FAcOEt = fração acetato de etila; FR = fração remanescente

TABELA 39 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DOS HIPOCÓTILOS DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento (mg)	Repetição	Extrato ou Fração				
		EB	FH	FC	FACOEt	FR
0,1	1	2,40 a	2,82 a	3,32 a	3,14 a	2,06 a
	2	2,60 a	3,00 a	3,46 a	3,17 a	2,14 a
	3	3,45 a	3,36 a	3,52 a	3,63 a	2,20 a
	4	3,50 a	4,28 a	3,62 a	3,31 a	2,26 a
0,2	1	2,70 a	2,98 a	2,96 a	3,78 a	2,12 a
	2	3,02 a	3,22 a	3,20 a	3,80 a	2,32 a
	3	3,23 a	4,24 a	3,84 a	4,40 a	2,38 a
	4	3,25 a	4,24 a	3,76 a	4,50 a	2,46 a
0,4	1	2,32 a	3,28 a	2,97 a	3,04 a	2,60 b
	2	2,60 a	3,66 a	3,42 a	3,12 a	2,82 b
	3	3,45 a	3,78 a	3,42 a	3,58 a	2,88 b
	4	3,45 a	4,35 a	3,67 a	3,20 a	2,96 b
0,8	1	2,07 a	2,92 a	2,72 a	3,58 a	3,27 b
	2	2,82 a	3,35 a	3,28 a	4,00 a	3,32 b
	3	3,02 a	3,54 a	3,28 a	4,02 a	3,40 b
	4	2,82 a	3,68 a	3,56 a	4,16 a	3,52 b
Controle	1	2,86 a	3,32 a	2,62 a	3,06 a	3,48 b
	2	3,00 a	3,94 a	2,88 a	3,32 a	2,62 b
	3	3,18 a	3,48 a	3,06 a	3,36 a	2,86 b
	4	3,32 a	3,76 a	3,06 a	3,38 a	2,88 b

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

(2) EB = extrato bruto etanólico; FH = fração hexano; FC = fração clorofórmio, FACOEt = fração acetato de etila; FR = fração remanescente

No teste da germinação das sementes de *L. sativa* observa-se na tabela 40 (página 133), o teste de Sott-Knott realizado sobre os índices de velocidade de germinação frente aos extratos etanólicos e as frações obtidas da polpa e da semente de *E. edulis*. Os extratos etanólicos e as frações hexano, clorofórmio e acetato de etila de *E. edulis* não apresentaram efeito sobre a velocidade de germinação das sementes. Contudo, as frações remanescentes da polpa e da semente de *E. edulis* demonstraram apresentar influência estatisticamente diferente ao controle, promovendo um atraso na germinação.

A fração remanescente da polpa de *E. edulis* influenciou a germinação nas concentrações de 0,1 a 0,8 mg, sendo que as concentrações 0,2, 0,4 e 0,8 apresentaram maior efeito sobre a germinação. Já a fração remanescente da semente de *E. edulis* apresentou influencia sobre a germinação nas maiores concentrações de 0,4 a 0,8 mg.

As alterações nos padrões de germinação podem resultar em efeitos sobre a permeabilidade das membranas, transcrição e tradução do DNA, funcionamento de mensageiros secundários, na respiração com o sequestro de oxigênio pelos compostos fenólicos e formação de enzimas (FERREIRA & AQUILA, 2000). A fração remanescente da polpa de *E. edulis* apresenta compostos fenólicos como ácidos fenólicos e proantocianidinas, alguns compostos fenólicos podem atuar como inibidores da germinação (DUCCA & ZONETTI 2008), justificando os resultados encontrados. As sementes com índice de velocidade de germinação alterado levam mais tempo para germinar, pois possuem maior dificuldade para alongar o sistema radicular, uma vez que ficam mais tempo em contato com os aleloquímicos (HOFFMANN *et al.*, 2007). Os resultados evidenciam que as frações remanescentes da polpa e das sementes diminuíram a velocidade de desdobramento e translocação dos componentes nutritivos, consequentemente diminuindo a velocidade de germinação e o desenvolvimento das estruturas.

TABELA 40 – AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS EM CAIXA GERBOX

Amostra	Controle	Concentração (mg)			
		0,1	0,2	0,4	0,8
extrato etanólico	4,75 a	4,2 a	4,2 a	4,87 a	4,45 a
hexano polpa	5,0 a	4,75 a	4,75 a	4,75 a	4,50 a
clorofórmio polpa	5,0 b	5,0 b	5,0 b	4,75 a	5,0 b
acetato de etila polpa	4,25 a	3,95 a	3,83 a	3,83 a	3,70 a
remanescente polpa	4,75 c	4,25 b	3,75 a	3,50 a	3,50 a
extrato hidroalcoólico	4,75 a	4,0	3,95 a	3,75 a	4,33 a
semente					
hexano semente	5,0 a	5,0 a	4,56 a	4,87 a	4,87 a
clorofórmio semente	5,0 b	5,0 b	5,0 b	5,0 b	5,0 b
acetato de etila semente	4,5 a	4,2 a	4,2 a	4,25 a	4,0 a
remanescente semente	4,75 b	4,75 b	4,75 b	4,37 a	4,37 a

NOTA: Valores seguidos de letras semelhantes na mesma linha não diferem estatisticamente entre si.

A polpa industrializada de *E. edulis* na concentração de 10 mg de sólidos também influenciou a germinação como demonstrado na tabela 41, contudo a mesma não apresentou efeito alelopático sobre o crescimento da radícula e do hipocótilo nas concentrações testadas em caixa gerbox (tabela 42, página 135).

TABELA 41 – AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS À POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Concentração (mg de sólidos da polpa)	IVG
1,5	4,58 b
2,5	4,25 b
5,0	4,04 b
7,5	3,66 b
10	1,88 a
Controle	4,58 b

NOTA: Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 42 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM CAIXA GERBOX DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS À DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento (mg)	Repetição	Radícula (cm)	Hipocótilo (cm)
1,5	1	2,82 a	2,14 a
	2	2,92 a	2,18 a
	3	3,47 a	2,6 a
	4	3,90 a	2,55 a
2,5	1	2,90 a	2,12 a
	2	3,08 a	2,16 a
	3	3,12 a	2,32 a
	4	3,32 a	2,62 a
5,0	1	3,18 a	2,80 a
	2	3,24 a	2,82 a
	3	3,38 a	2,96 a
	4	3,30 a	3,04 a
7,5	1	2,76 a	2,40 a
	2	3,15 a	2,70 a
	3	3,35 a	2,77 a
	4	2,86 a	2,88 a
10	1	2,88 a	2,40 a
	2	2,97 a	2,40 a
	3	3,08 a	2,60 a
	4	3,12 a	3,02 a
Controle	1	3,17 a	2,32 a
	2	3,40 a	2,92 a
	3	3,72 a	3,02 a
	4	3,75 a	3,40 a

NOTA: Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

4.4.2 AVALIAÇÃO ALELOPÁTICA EM PLACAS DE PETRI

No ensaio realizado para avaliar o crescimento de plântulas de *Lactuca sativa* L. em placas de Petri sob a ação dos extratos da polpa e das sementes de *Euterpe edulis* Martius foi observado que o extrato etanólico da polpa apresentou efeito alelopático tanto sobre a radícula quanto sobre o hipocótilo (figura 32). O crescimento da radícula nas concentrações de 1000 e 500 mg/L foi inibido respectivamente em 36,98 e 26,60% (tabela 43, página 137). O crescimento do hipocótilo também foi inibido nas concentrações de 1000 e 500, resultando em valores de 32,85 e 28,57% de inibição (tabela 44, página 138).



1- controle, 2- concentração de 250 mg/L, 3- concentração de 500 mg/L, concentração de 1000 mg/L

FIGURA 32 – PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS A AÇÃO DO EXTRATO ETANÓLICO DA POLPA DE *Euterpe edulis* Martius, NAS CONCENTRAÇÕES DE 250, 500 e 1000 mg/L. FONTE: AUTORA (2011)

TABELA 43- AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DAS RADICULAS DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento (mg/L)	Repetição	Extrato ou Fração				
		EB	FH	FC	FACOEt	FR
1000	1	0,93 a	2,11 a	1,88 b	1,73 a	0,59 a
	2	0,95 a	1,92 a	1,87 b	1,89 a	0,68 a
	3	1,15 a	1,91 a	1,83 b	1,90 a	0,90 a
	4	1,28 a	1,70 a	1,63 b	1,99 a	0,90 a
500	1	1,03 a	1,49 a	1,18 a	1,20 a	0,63 a
	2	1,25 a	1,84 a	1,20 a	1,34 a	0,75 a
	3	1,41 a	1,99 a	1,25 a	1,37 a	0,84 a
	4	1,33 a	2,00 a	1,30 a	1,39 a	1,01 a
250	1	1,54 b	1,40 a	1,30 a	1,41 a	0,73 a
	2	1,72 b	1,53 a	1,40 a	1,48 a	0,95 a
	3	1,86 b	1,70 a	1,44 a	1,50 a	1,02 a
	4	1,88 b	1,70 a	1,35 a	1,50 a	1,11 a
Controle	1	1,56 b	1,56 a	1,56 b	1,56 a	1,56 b
	2	1,58 b	1,58 a	1,58 b	1,58 a	1,58 b
	3	1,81 b	1,81 a	1,81 b	1,81 a	1,81 b
	4	1,90 b	1,90 a	1,90 b	1,90 a	1,90 b

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

(2) EB = extrato bruto etanólico; FH = fração hexano; FC = fração clorofórmio, FACOEt = fração acetato de etila; FR = fração remanescente

TABELA 44 – AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DOS HIPOCÓTILOS DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento (mg/L)	Repetição	Extrato ou Fração				
		EB	FH	FC	FACOEt	FR
1000	1	0,22 a	0,24 a	0,28 a	0,28 a	0,20 a
	2	0,23 a	0,25 a	0,29 a	0,28 a	0,20 a
	3	0,24 a	0,25 a	0,28 a	0,28 a	0,22 a
	4	0,25 a	0,29 a	0,30 a	0,30 a	0,21 a
500	1	0,23 a	0,26 a	0,33 b	0,28 a	0,24 a
	2	0,26 a	0,26 a	0,33 b	0,30 a	0,25 a
	3	0,26 a	0,29 a	0,31 b	0,30 a	0,28 a
	4	0,25 a	0,30 a	0,32 b	0,29 a	0,28 a
250	1	0,33 b	0,26 a	0,31 b	0,27 a	0,25 a
	2	0,34 b	0,27 a	0,35 b	0,30 a	0,26 a
	3	0,30 b	0,27 a	0,36 b	0,31 a	0,27 a
	4	0,30 b	0,28 a	0,36 b	0,30 a	0,27 a
Controle	1	0,34 b	0,34 b	0,34 b	0,34 b	0,34 b
	2	0,35 b	0,35 b	0,35 b	0,35 b	0,35 b
	3	0,35 b	0,35 b	0,35 b	0,35 b	0,35 b
	4	0,37 b	0,37 b	0,37 b	0,37 b	0,37 b

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

(2) EB = extrato bruto etanólico; FH = fração hexano; FC = fração clorofórmio, FACOEt = fração acetato de etila; FR = fração remanescente

Além do extrato etanólico da polpa de *E. edulis*, as suas frações também demonstraram efeito sobre o desenvolvimento das plântulas de *L. sativa* (figura 33). O crescimento da radícula foi inibido pelas frações clorofórmio e remanescente.

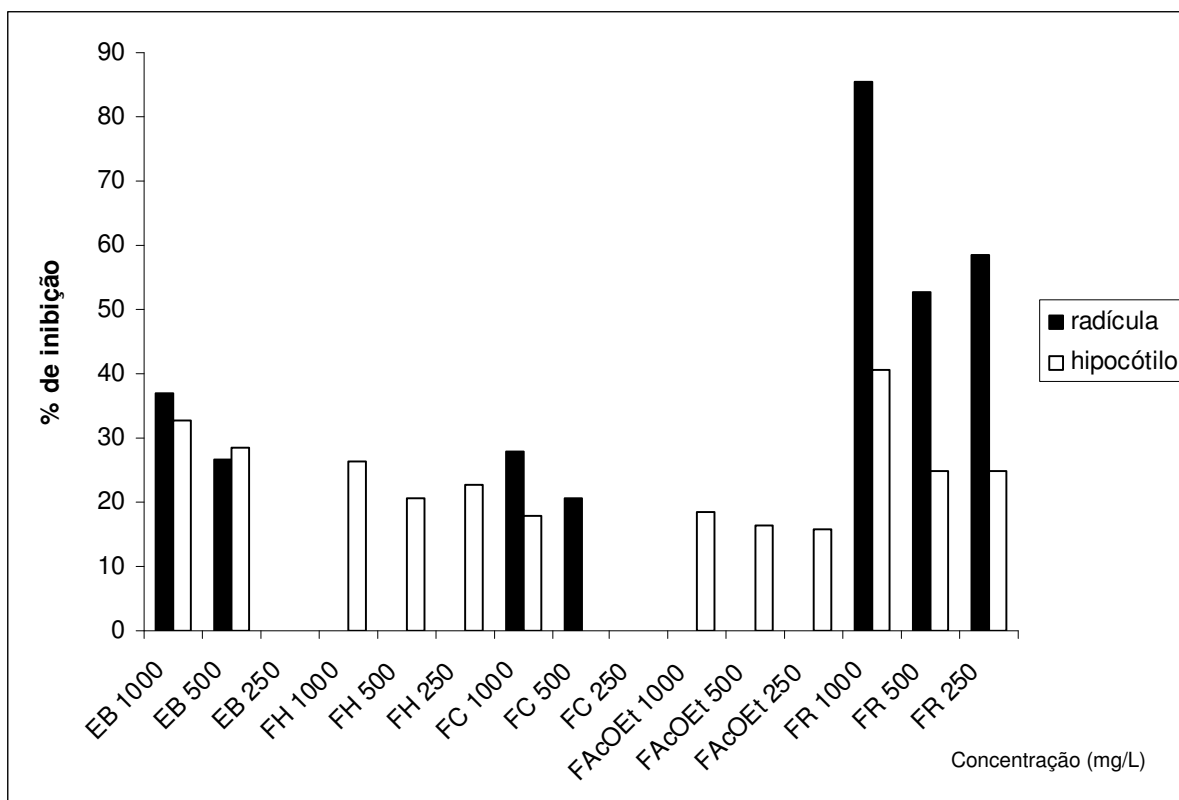


FIGURA 33 – INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. PROMOVIDO PELOS EXTRATOS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

NOTA: o percentual de inibição é média das quatro repetições comparada à média do crescimento do controle

Na figura 33, observa-se que a fração clorofórmio nas concentrações de 500 e 250 mg/L inibiu em 27,92 e 20,46%, o crescimento radicular em plântulas de *L. sativa*, respectivamente. A fração remanescente inibiu o crescimento desta em todas as concentrações (tabela 43, página 137), resultando em valores de 85,38% para a concentração de 1000 mg/L, 52,77% e para a concentração de 500 mg/L e de 58,47% para a de 250 mg/L. A fração clorofórmio é composta de ácidos graxos, dentre estes os ácidos mirístico, palmítico, oleico e esteárico que já foram mencionados por suas

propriedades alelopáticas (TAKAHASHI; OTANIS; HAGINO, 1993), a presença de ácidos graxos poliinsaturados nesta fração também pode ter contribuído para seu efeito alelopático. Em ensaio realizado por SUZUKI *et al.*, (1996) o ácido graxo poliinsaturado isolado de algas vermelhas e identificado como ácido (5-Z, 8-Z, 11-Z, 14-Z e 17-Z) - eicosapentaenoico apresentou efeito alelopático.

Já a fração remanescente é constituída principalmente por compostos fenólicos como ácidos fenólicos e flavonoides. Os ácidos fenólicos são citados como responsáveis pela redução de absorção de micro e macronutrientes em diversas espécies e também reduzem a atividade de enzimas envolvidas na glicólise e na via oxidativa das pentoses fosfato, as quais asseguram níveis de ATP e esqueletos de carbono suficientes para a germinação das sementes (CÂNDIDO *et al.*, 2010). Flavonoides glicosilados das folhas de *Senna alata* (L.) Roxb. causaram inibição intensa, sobre o crescimento da radícula e sobre a germinação de *Senna obtusifolia* L. e *Mimosa pudica* L. (RODRIGUES *et al.*, 2010). Os aleloquímicos podem apresentar ação direta ou indireta sobre a planta alvo. Flavonoides e taninos (proantocianidinas) também encontrados na fração remanescente da polpa, estão entre os aleloquímicos comumente mencionados como responsáveis por causarem efeitos diretos e indiretos, podendo ser liberados em condições naturais, já que são hidrossolúveis (MARASCHIN-SILVA & ÁQUILA, 2006), além disso, compostos como a catequina descritos como presentes nos frutos de *Euterpe edulis* Martius contribuem para a atividade alelopática, em ensaio realizado por SIMÕES *et al.* (2008) a (+)-catequina foi descrita como a possível responsável pela inibição do crescimento de *Arabidopsis thaliana* L.

O efeito sobre o hipocótilo foi mais acentuado (tabela 44, página 138), todas as frações da polpa de *E. edulis* foram estatisticamente diferentes do controle. De forma geral, as raízes mostram-se mais sensíveis à ação de substâncias presentes nos extratos quando comparados com as demais estruturas das plântulas, fato este que pode ser explicado pelas raízes estarem em contato direto com o aleloquímico (BORELLA & PASTORINI, 2009).

Na figura 33, página 139, observa-se que a fração hexano nas concentrações de 1000, 500 e 250 mg/L obtiveram valores de 26,42%, 20,71% e de 22,85% de inibição do crescimento do hipocótilo. A fração clorofórmio na concentração de 1000 inibiu 17,85%, já a fração AcOEt inibiu em 18,57%, 16,42% e 15,71% para as concentrações de 1000, 500 e 250, respectivamente. A fração remanescente na concentração de 1000 inibiu em 40,71% o crescimento e as concentrações 500 e 250, inibiram 25%. Este fato também foi observado no ensaio em caixa gerbox, onde a fração remanescente também inibiu o crescimento tanto da radícula quanto do hipocótilo.

O extrato etanólico das sementes *E. edulis* apresentou apenas atividade sobre o desenvolvimento do hipocótilo (figura 34), inibindo em 22,85; 15,71 e 12,14% nas concentrações de 1000, 500 e 250 respectivamente. Entretanto as frações do extrato etanólico das sementes demonstraram efeito sobre o desenvolvimento da radícula e do hipocótilo, somente a fração remanescente foi estatisticamente igual ao controle (tabelas 45 e 46, páginas 145 e 146, respectivamente). As frações hexano, clorofórmio e AcOEt inibiram o crescimento da radícula em todas as concentrações. A fração hexano na concentração de 1000 inibiu 84,94%, na de 500 inibiu 83,04% e na de 250 inibiu 27,19%. As frações clorofórmio e AcOEt inibiram o crescimento do hipocótilo proporcionalmente às concentrações. A fração clorofórmio inibiu em 80,99; 76,90 e 58,47% o desenvolvimento da radícula (figuras 34 e 35).

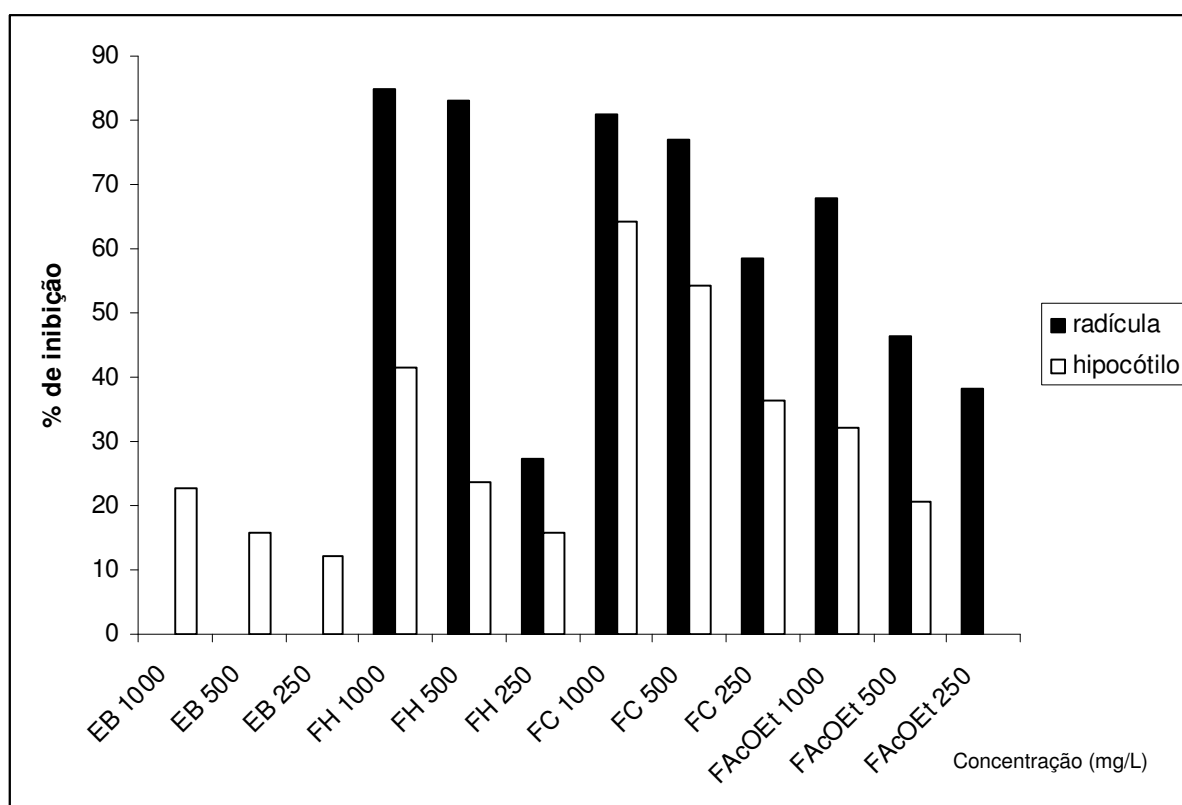
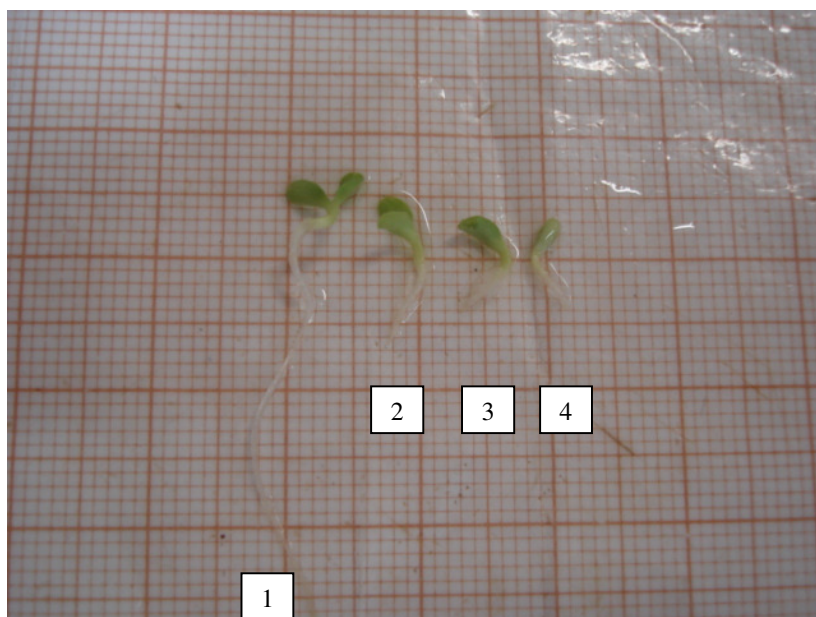


FIGURA 34 – INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. PROMOVIDO PELOS EXTRATOS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS. NOTA: o percentual de inibição é média das quatro repetições comparada à média do crescimento do controle



1- controle, 2- concentração de 1000 mg/L, 3- concentração de 500 mg/L, concentração de 1000 mg/L
 FIGURA 35 – PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS À AÇÃO DA FRAÇÃO CLOROFÓRMIO DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS, NAS CONCENTRAÇÕES DE 250, 500, 1000 mg/L. FONTE: AUTORA (2011)

A fração AcOEt das sementes de *E. edulis* inibiu o crescimento do hipocótilo em 67,83%; 46,49% e 38,15%, nas concentrações de 1000, 500 e 250 mg/L, (figura 34). Na fração hexano a presença dos ácidos graxos mirístico, palmítico, oleico e esteárico podem como na fração clorofórmio da polpa pode ter sido responsáveis pelo efeito de inibição do crescimento. As frações clorofórmio e AcOEt apresentam compostos fenólicos, como ácidos fenólicos e flavonoides que podem explicar o efeito alelopático.

As frações obtidas das sementes também demonstraram efeito sobre o desenvolvimento do hipocótilo (tabela 46, página 146), contudo de forma menos intensa. Na figura 34 também podem ser observados o percentual de inibição dos extratos das sementes sobre o hipocótilo, as frações hexano e clorofórmio inibiram em todas as concentrações testadas. A fração hexano inibiu na concentração de 1000 mg/L, 41,42%, na concentração de 500 mg/L, 23,57% e de 250 mg/L, 15,71%. O efeito da fração clorofórmio foi mais pronunciado promovendo inibição de 64,28%, 54,28% e

de 36,42%, para as concentrações 1000, 500 e 250 respectivamente. A fração AcOEt inibiu em 32,14% na concentração de 1000 e 20,71% na concentração de 500 mg/L.

TABELA 45- AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DAS RADICULAS DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento mg/L	Repetição	Extrato ou Fração				
		EB	FH	FC	FACOEt	FR
1000	1	1,64 a	0,25 a	0,25 a	0,47 a	1,36 a
	2	1,70 a	0,26 a	1,30 a	0,54 a	1,38 a
	3	1,86 a	0,26 a	0,36 a	0,55 a	1,66 a
	4	1,42 a	0,26 a	0,39 a	0,64 a	1,89 a
500	1	1,46 a	0,27 a	0,39 a	0,87 b	1,20 a
	2	1,65 a	0,29 a	0,39 a	0,87 b	1,60 a
	3	1,69 a	0,36 a	0,40 a	0,89 b	1,63 a
	4	1,73 a	0,24 a	0,40 a	1,03 b	1,67 a
250	1	1,13 a	1,23 b	0,63 b	1,06 b	1,18 a
	2	1,51 a	1,28 b	0,56 b	1,07 b	1,43 a
	3	1,58 a	1,18 b	0,52 a	1,05 b	1,70 a
	4	1,68 a	1,29 b	0,61 a	1,05 b	1,57 a
Controle	1	1,56 a	1,56 c	1,56 b	1,56 c	1,56 a
	2	1,58 a	1,58 c	1,58 b	1,58 c	1,58 a
	3	1,81 a	1,81 c	1,81 b	1,81 c	1,81 a
	4	1,90 a	1,90 c	1,90 b	1,90 c	1,90 a

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

(2) EB = extrato bruto etanólico; FH = fração hexano; FC = fração clorofórmio, FACOEt = fração acetato de etila; FR = fração remanescente

TABELA 46- AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DOS HIPOCÓTILOS DE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento mg/L	Repetição	Extrato ou Fração				
		EB	FH	FC	FAcOEt	FR
1000	1	0,24 a	0,20 a	0,12 a	0,22 a	0,30 a
	2	0,28 a	0,21 a	0,13 a	0,23 a	0,34 a
	3	0,28 a	0,21 a	0,12 a	0,24 a	0,35 a
	4	0,28 a	0,20 a	0,13 a	0,26 a	0,36 a
500	1	0,28 a	0,26 b	0,15 a	0,27 b	0,33 a
	2	0,28 a	0,26 b	0,16 a	0,29 b	0,33 a
	3	0,31 a	0,27 b	0,17 a	0,29 b	0,36 a
	4	0,31 a	0,28 b	0,16 a	0,26 b	0,38 a
250	1	0,30 a	0,30 b	0,20 b	0,34 c	0,34 a
	2	0,31 a	0,31 b	0,21 b	0,33 c	0,34 a
	3	0,31 a	0,32 b	0,24 b	0,32 c	0,37 a
	4	0,31 a	0,25 b	0,21 b	0,31 c	0,37 a
Controle	1	0,34 b	0,34 c	0,34 c	0,34 c	0,34 a
	2	0,35 b	0,35 c	0,35 c	0,35 c	0,35 a
	3	0,35 b	0,35 c	0,35 c	0,35 c	0,35 a
	4	0,37 b	0,37 c	0,37 c	0,37 c	0,37 a

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

(2) EB = extrato bruto etanólico; FH = fração hexano; FC = fração clorofórmio, FAcOEt = fração acetato de etila; FR = fração remanescente

Vários compostos alelopáticos influenciam a germinação e a viabilidade de sementes. Compostos fenólicos reduzem a atividade de enzimas envolvidas na glicólise e na via oxidativa das pentoses fosfato, as quais asseguram níveis de ATP e esqueletos de carbono suficientes para a germinação das sementes (ALMEIDA *et al.*, 2008).

Em relação aos valores do índice de velocidade de germinação (IVG), todos os extratos da polpa de *E. edulis* foram estatisticamente iguais ao controle, inclusive a fração remanescente que no ensaio em caixa gerbox havia diminuído a velocidade de germinação. No entanto, todos os extrato provenientes das sementes apresentaram valores bem reduzidos de índice de velocidade de germinação (tabela 47, página 148).

O extrato etanólico das sementes de *E. edulis* demonstrou menor efeito sobre a velocidade de germinação, as frações hexano, AcOEt e remanescente diminuíram consideravelmente o IVG, contudo a fração clorofórmio se destacou pois reduziu drasticamente a velocidade a 1,00 na concentração de 1000 mg/ L. Estes resultados justificam a inibição do crescimento da radícula e do hipocótilo observados no teste do crescimento pelo extrato etanólico e pelas frações hexano, clorofórmio e AcOEt das sementes. A fração remanescente das sementes também diminui a velocidade de germinação, contudo não foi observada a inibição do crescimento por parte da mesma no ensaio realizado em placas de petri. No ensaio realizado em caixa gerbox, também ocorreu diminuição na velocidade de germinação e no tamanho do hipocótilo nas maiores concentrações da fração remanescente das sementes. Isso indica que dependendo da metodologia empregada a atividade alelopática pode ficar menos acentuada e até inexistente. Por isso para uma melhor avaliação várias metodologias devem ser efetuadas como a avaliação da atividade enzimática, determinação dos teores de clorofila e proteínas e atividade respiratória, além de ensaios com a lixiviação de partes vegetais (metodologia do sanduíche) e de casa de vegetação.

TABELA 47 – AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AOS EXTRATOS OBTIDOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS EM PLACAS DE PETRI

Extrato ou Fração	Controle	Concentração mg/L		
		1000	500	250
extrato etanólico da polpa	34,62 a	32,87 a	35,25 a	35,75 a
hexano polpa	34,62 a	35,87 a	37,75 a	36,87 a
clorofórmio polpa	34,62 a	35,87 a	35,75 a	37,25 a
acetato de etila polpa	34,62 a	33,12 a	37,37 a	33,62 a
remanescente polpa	34,62 a	37,12 a	38,62 a	38,62 a
extrato etanólico da semente	35,85 b	26,99 a	27,91 a	28,29 a
hexano semente	35,85 c	13,81 a	19,07 b	17,40 b
clorofórmio semente	35,85 d	1,00 a	11,42 b	17,92 c
acetato de etila semente	35,85 c	13,25 a	19,50 b	18,50 b
remanescente semente	35,85 b	18,05 a	19,00 a	20,67 a

NOTA: Valores seguidos de letras semelhantes na mesma linha não diferem estatisticamente entre si.

Em relação a massa seca todos os extratos e frações da polpa (tabela 48) e das sementes (tabela 49, página 150) foram estatisticamente iguais ao controle, demonstrando que o não ocorreu efeito alelopático sobre a massa das plântulas.

TABELA 48 - AVALIAÇÃO DA MASSA SECA DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. OBTIDAS DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DAS FRAÇÕES PROVENIENTES DO EXTRATO ETANÓLICO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento (mg/L)	Repetição	EB	FH	FC	FACOEt	FR
1000	1	6,6 a	6,3 a	6,1 a	5,4 a	7,6 a
	2	6,8 a	7,4 a	6,5 a	6,7 a	7,7 a
	3	5,7 a	6,3 a	7,5 a	6,7 a	5,9 a
	4	6,9 a	6,6 a	5,8 a	7,6 a	6,4 a
500	1	6,9 a	5,5 a	6,8 a	6,9 a	7,2 a
	2	7,1 a	7,0 a	6,7 a	6,0 a	6,7 a
	3	6,3 a	7,3 a	6,0 a	6,0 a	5,0 a
	4	7,0 a	7,6 a	6,4 a	5,9 a	7,9 a
250	1	6,7 a	6,4 a	7,0 a	6,3 a	6,5 a
	2	6,2 a	6,0 a	6,4 a	6,4 a	7,0 a
	3	6,4 a	5,7 a	6,5 a	6,4 a	5,8 a
	4	5,3 a	5,9 a	7,7 a	5,9 a	6,0 a
Controle	1	6,7 a	6,7 a	6,7 a	6,7 a	6,7 a
	2	7,1 a	7,1 a	7,1 a	7,1 a	7,1 a
	3	5,9 a	5,9 a	5,9 a	5,9 a	5,9 a
	4	5,5 a	5,5 a	5,5 a	5,5 a	5,5 a

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

(2) EB = extrato bruto etanólico; FH = fração hexano; FC = fração clorofórmio, FACOEt= fração acetato de etila; FR = fração remanescente

TABELA 49 – AVALIAÇÃO DA MASSA SECA DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. OBTIDAS DO CRESCIMENTO EM PLACAS DE PETRI DAS FRAÇÕES PROVENIENTES DO EXTRATO ETANÓLICO DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento (mg/L)	Repetição	EB	FH	FC	FACOEt	FR
1000	1	6,2 a	7,0 a	7,0 a	6,2 a	6,3 a
	2	6,4 a	6,4 a	6,0 a	7,1 a	5,6 a
	3	6,4 a	5,6 a	7,6 a	5,3 a	5,2 a
	4	6,3 a	6,5 a	7,0 a	5,2 a	7,2 a
500	1	6,9 a	7,3 a	5,6 a	5,4 a	6,3 a
	2	7,3 a	6,6 a	7,3 a	5,5 a	6,3 a
	3	5,7 a	7,1 a	5,5 a	6,0 a	6,7 a
	4	6,0 a	6,5 a	7,1 a	6,4 a	6,9 a
250	1	5,8 a	5,6 a	6,2 a	6,3 a	7,4 a
	2	5,6 a	6,1 a	6,7 a	6,8 a	7,5 a
	3	7,5 a	6,0 a	6,3 a	5,6 a	5,9 a
	4	7,9 a	6,1 a	6,3 a	6,3 a	6,2 a
Controle	1	6,7 a	6,7 a	6,7 a	6,7 a	6,7 a
	2	7,1 a	7,1 a	7,1 a	7,1 a	7,1 a
	3	5,9 a	5,9 a	5,9 a	5,9 a	5,9 a
	4	5,5 a	5,5 a	5,5 a	5,5 a	5,5 a

NOTA: (1) Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si.

(2) EB = extrato bruto etanólico; FH = fração hexano; FC = fração clorofórmio, FACOEt= fração acetato de etila; FR = fração remanescente

4.4.3 ANÁLISE ENZIMÁTICA DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

As plantas estão expostas a estresses bióticos e abióticos que prejudicam o seu crescimento, desenvolvimento e sua produtividade. Estes estresses desencadeiam varias respostas, como alterações na expressão gênica e metabolismo celular e até variações na taxa de crescimento e produção de biomassa. O estresse oxidativo estimula a biossíntese de componentes antioxidantes e aumenta a atividade de enzimas antioxidantes (SOARES & MACHADO, 2007). Um dos diversos efeitos dos aleloquímicos nas plantas é o controle da produção e acumulação de espécies reativas de oxigênio que se acumulam nas células em respostas ao aleloquímico, sendo desta forma responsáveis por danificar as células causando a sua morte. Os aleloquímicos estimulam a produção das espécies reativas de oxigênio por diversos mecanismos, como o bloqueio da cadeia transportadora de elétrons, onde os elétrons ficam livres e reagem facilmente com o O_2 formando superóxido (ALMEIDA *et al.*, 2008).

As plantas protegem suas células e compartimentos sub-celulares dos efeitos citotóxicos das espécies reativas de oxigênio com o auxílio de enzimas antioxidantes, como superóxido dismutase, ascorbato peroxidase, glutathione redutase, peroxiredoxina, catalase, polifenoloxidase e também com metabólitos, como a glutathione, ácido ascórbico, α -tocoferol e carotenoides. Muitas enzimas antioxidantes têm suas atividades aumentadas nas folhas de plantas em resposta à infecção, minimizando os efeitos do estresse oxidativo (SOARES & MACHADO, 2007).

Todas as concentrações do extrato bruto etanólico (EB) e as frações hexano, clorofórmio provenientes da polpa de *Euterpe edulis* Martius demonstraram elevada atividade da enzima superóxido dismutase (SOD), a fração remanescente também demonstrou atividade elevada nas concentrações de 500 e 1000 mg/L (figura 36). A enzima superóxido dismutase protege as células contra a toxicidade do oxigênio pela varredura do radical superóxido, sendo assim um componente chave no processo de detoxificação de radicais livres nas células (ODÉN; KARLSSON & EINARSSON, 1992).

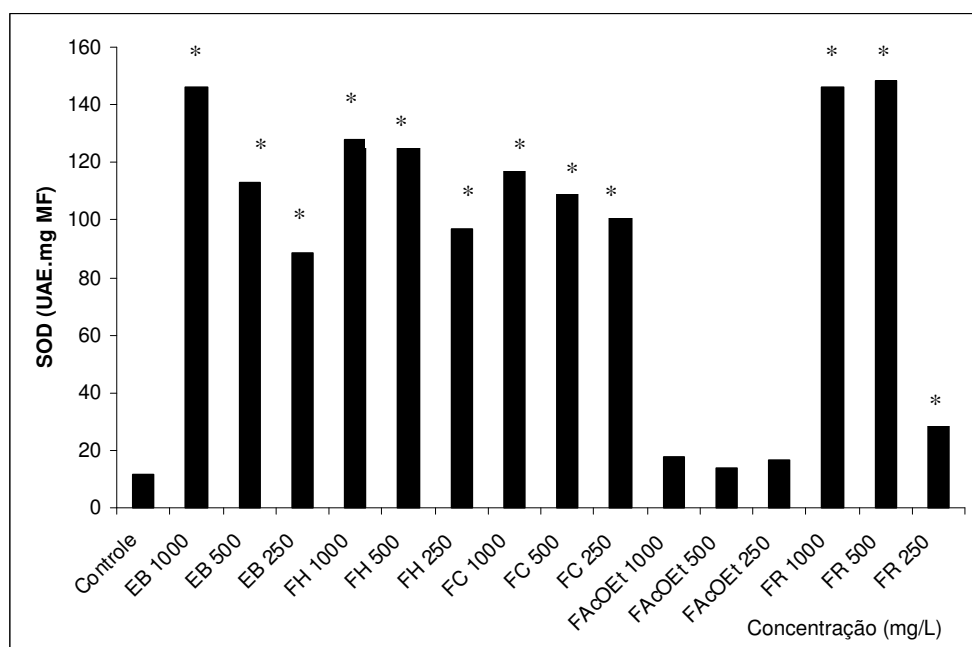


FIGURA 36- ATIVIDADE DA SUPERÓXIDO DISMUTASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

O extrato bruto etanólico e as frações clorofórmio, AcOEt e remanescente provenientes das sementes de *E. edulis* aumentaram a atividade da enzima superóxido dismutase, sendo que o extrato etanólico aumentou em todas as concentrações testadas (figura 37).

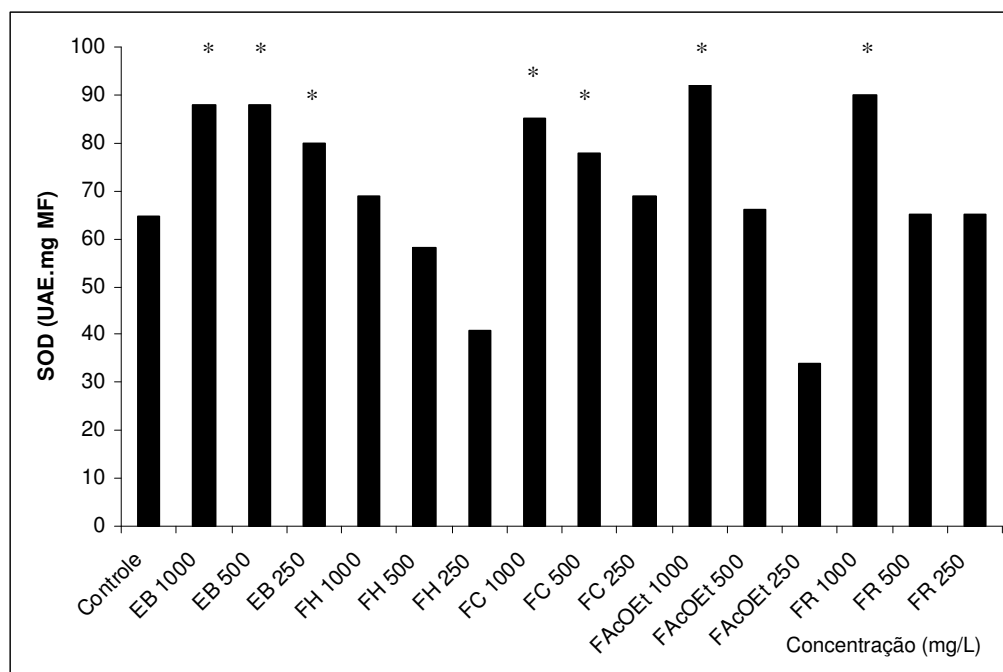


FIGURA 37- ATIVIDADE DA SUPERÓXIDO DISMUTASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

Dos extratos provenientes da polpa de *E. edulis*, o extrato bruto etanólico, a fração clorofórmio em todas as concentrações e a fração hexano nas concentrações de 500 e 1000 mg/L demonstram forte aumento da atividade da enzima peroxidase (POD), figura 38. Mudanças na atividade das peroxidases têm sido frequentemente correlacionadas à resposta de resistência ou suscetibilidade em diferentes patossistemas. As peroxidases são responsáveis pela remoção de átomos de hidrogênio dos grupos álcoois hidroxicinâmicos, cujos radicais se polimerizam para formar a lignina (VIECELLI *et al.*, 2010).

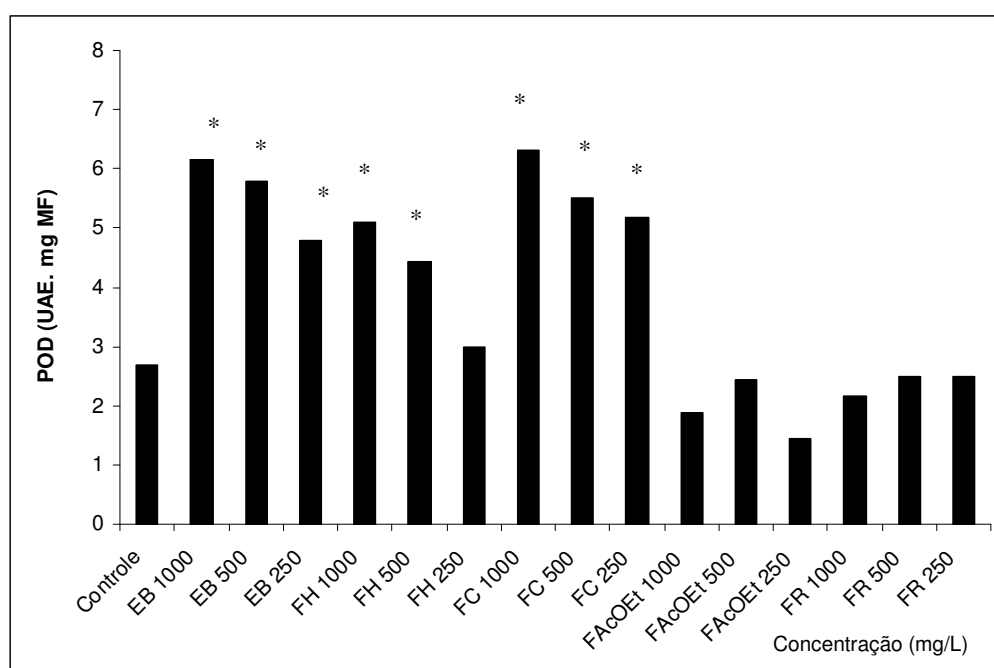


FIGURA 38- ATIVIDADE DA PEROXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

O extrato bruto etanólico e todas as frações provenientes das sementes de *E. edulis* demonstram aumento da atividade da enzima peroxidase (figura 39), sendo que a fração clorofórmio apresentou os maiores valores. A peroxidase é uma importante enzima das plantas e está envolvida em diversas reações, ligações de polissacarídeos, oxidação do ácido indol-3-acético, ligações de monômeros, lignificação, cicatrização de ferimentos, oxidação de compostos fenólicos, defesa de patógenos, regulação da alongação de células e outras (CAMPOS *et al.*, 2004). O aumento da atividade das peroxidases está relacionado com a capacidade de adaptação das plantas, principalmente em processos de crescimento, diferenciação celular e mudanças morfogênicas causadas em resposta ao estresse físico, químico ou biológico. A atividade dessa enzima também pode ser considerada um marcador bioquímico de estresse (ANDRADE *et al.*, 2010).

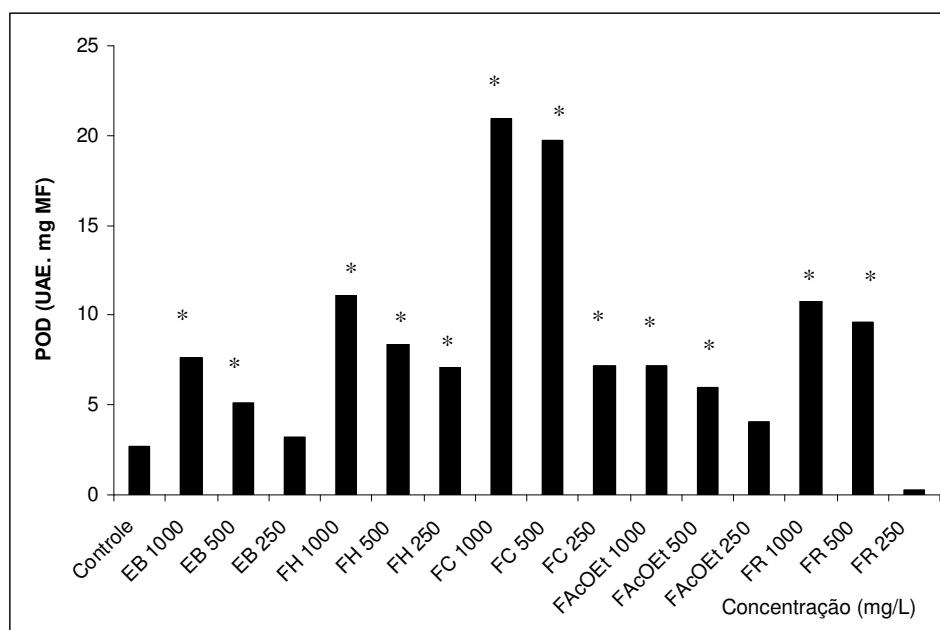


FIGURA 39- ATIVIDADE DA PEROXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

A catalase é a enzima envolvida diretamente na remoção do peróxido de hidrogênio (RIEDLE-BAUER, 2000). Todas as concentrações do extrato bruto etanólico, da fração hexano e da fração clorofórmio da polpa de *E. edulis* diminuíram a atividade de catalase, as demais frações foram estaticamente iguais ao controle (figura 40). Este fenômeno também foi observado por YU *et al.* (2003) onde os exudatos das raízes de pepino (*Cucumber sativus* L.) aumentaram a atividade das enzimas superóxido dismutase e peroxidase e diminuíram na atividade da enzima catalase.

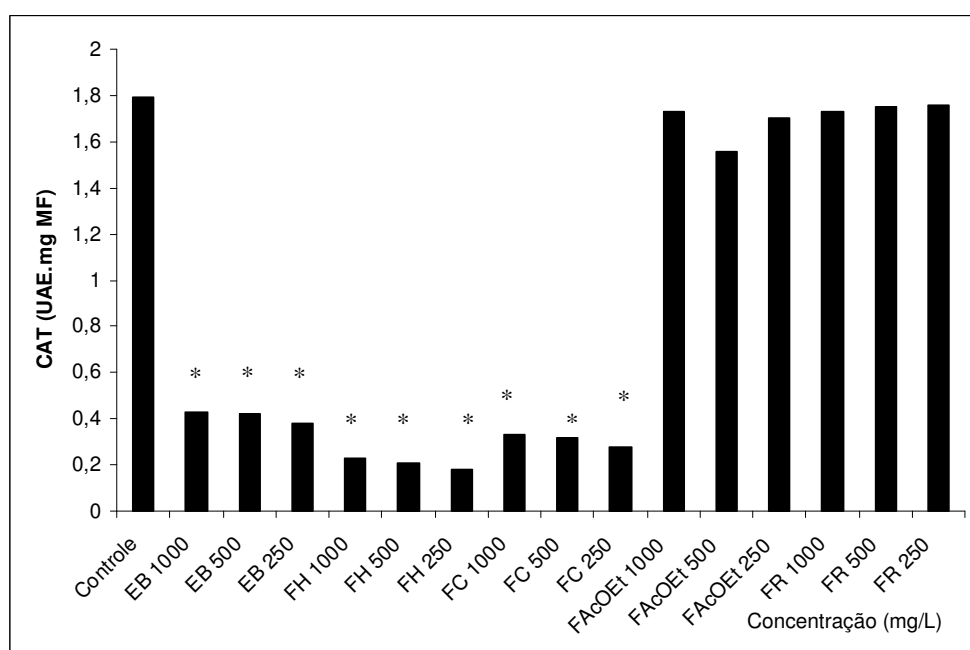


FIGURA 40- ATIVIDADE DA CATALASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA PÓLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

O mesmo ocorreu com as frações hexano, clorofórmio, AcOEt e remanescente das sementes de *E. edulis*, as mesmas também diminuíram a atividade da catalase, somente o extrato bruto etanólico foi estatisticamente igual ao controle (figura 41).

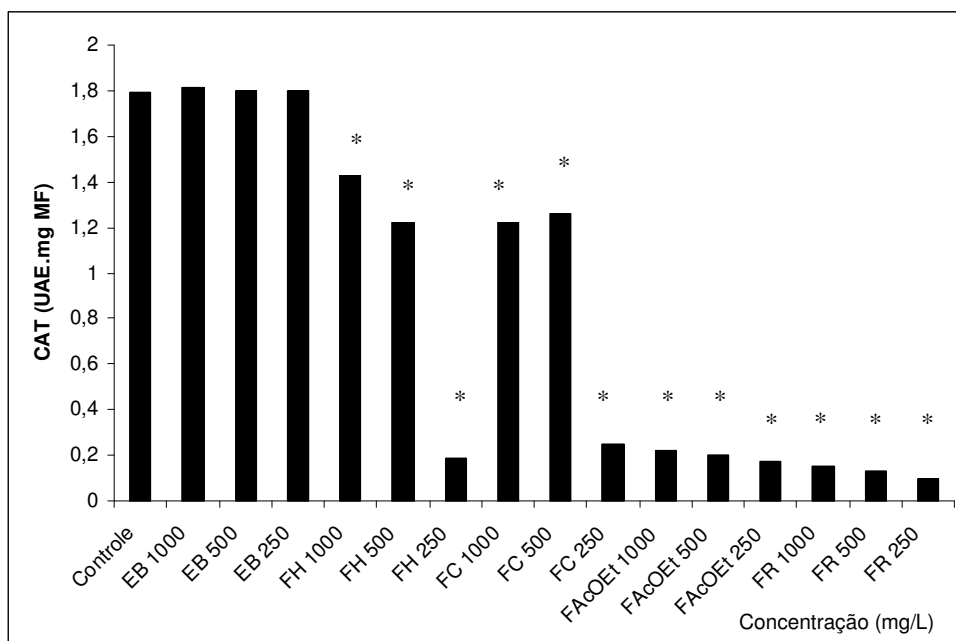


FIGURA 41- ATIVIDADE DA CATALASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

Todos os extratos provenientes da polpa de *E. edulis* em todas as concentrações foram estatisticamente diferentes do controle diminuindo a atividade da ascorbato peroxidase (figura 42). O fato da diminuição da atividade da ascorbato peroxidase também foi observado por FELIPE; OLIVEIRA & LEÃO (2009), onde o arsênio promoveu a diminuição da atividade das enzimas ascorbato peroxidase, catalase e peroxidase, na espécie *Cajanus cajan* (L.) Millsp que teve o seu crescimento reduzido.

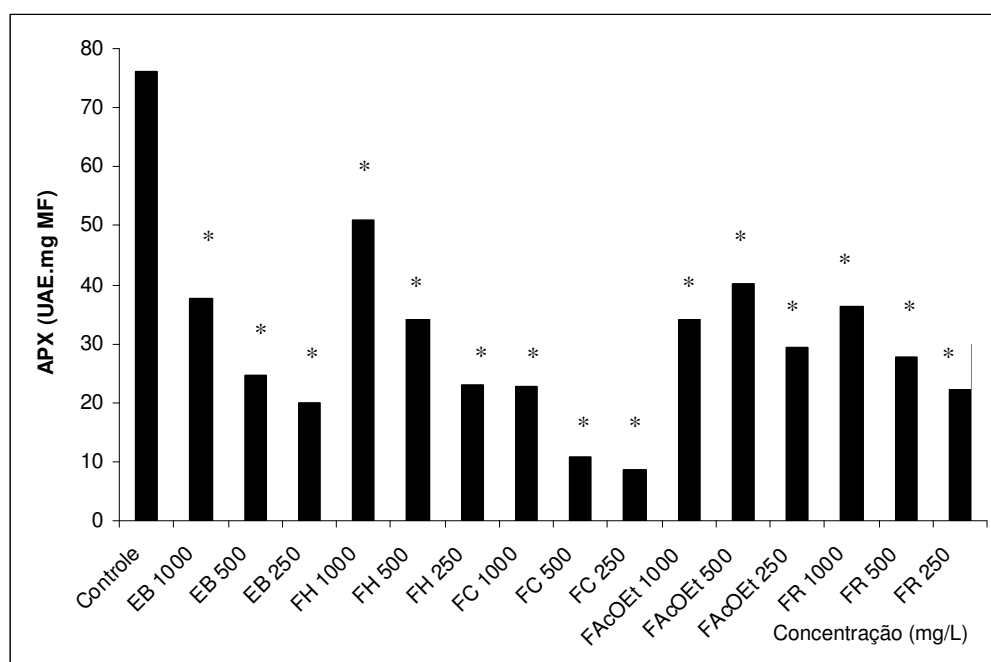


FIGURA 42- ATIVIDADE DA ASCORBATO PEROXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

Das frações provenientes das sementes de *E. edulis*, as frações hexano nas concentrações de 500 e 1000 mg/L, a fração AcOEt em todas as concentrações e fração remanescente na concentração de 1000 mg/L aumentaram a atividade da enzima ascorbato peroxidase (figura 43).

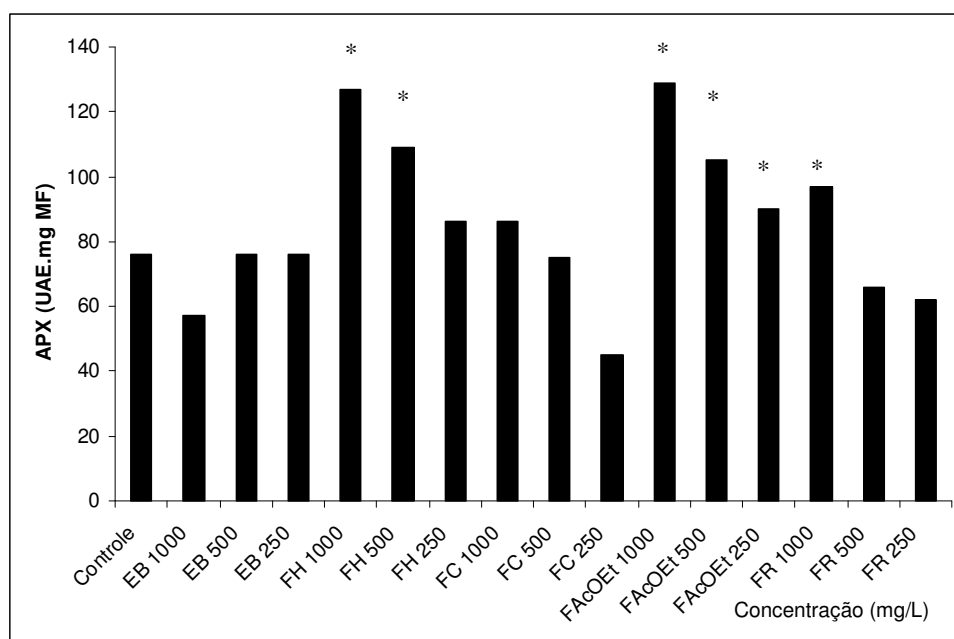


FIGURA 43- ATIVIDADE DA ASCORBATO PEROXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

O extrato bruto etanólico na concentração de 1000 mg/L e as frações hexano e clorofórmio da polpa de *E. edulis* em todas as concentrações aumentaram a atividade da enzima polifenoloxidase (figura 44). A enzima polifenoloxidase está envolvida em mecanismos de defesa das plantas, sendo geralmente encontrada em maior atividade em tecidos infectados. A importância da atividade desta enzima na resistência a doenças é provavelmente devido à propriedade de oxidar compostos fenólicos, resultando em altas concentrações de produtos tóxicos de oxidação (CAMPOS *et al.*, 2004).

Já as frações AcOEt e remanescente em todas as concentrações apresentaram valores inferiores ao controle, diminuindo a atividade da enzima polifenoloxidase.

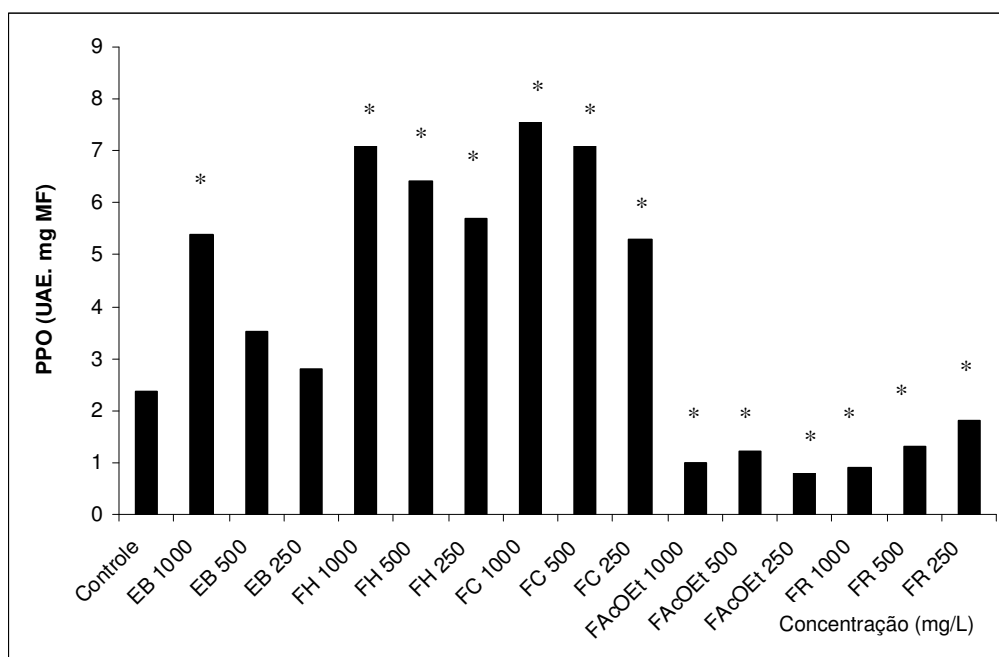


FIGURA 44- ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

Todos os extratos provenientes das sementes de *E. edulis* apresentam aumento na atividade da enzima polifenoloxidase, sendo que as frações clorofórmio, AcOEt, e remanescente demonstraram aumento em todas as concentrações (figura 45).

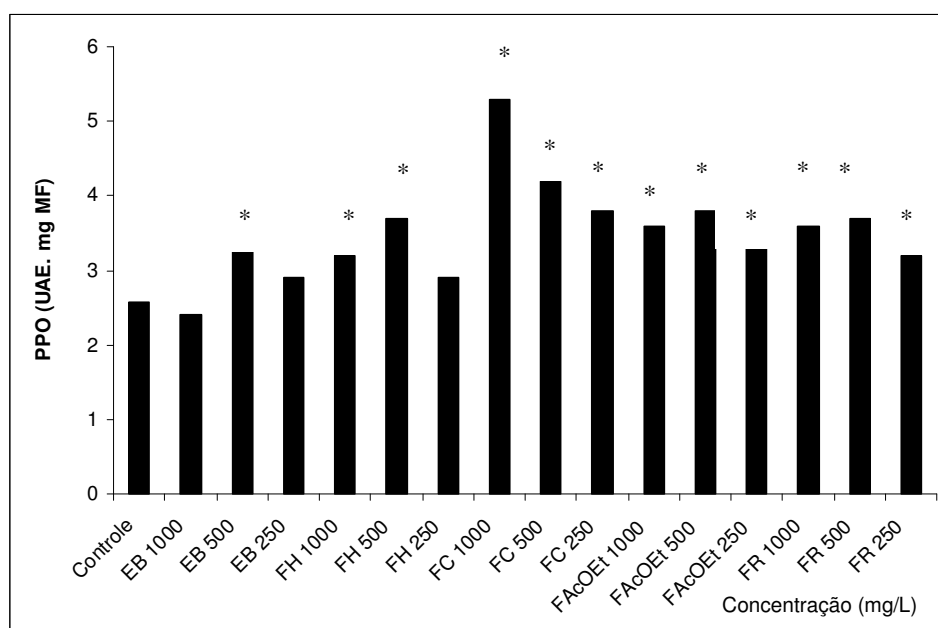


FIGURA 45- ATIVIDADE DA POLIFENOLOXIDASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

Grande parte dos aleloquímicos atua no estresse oxidativo, produzindo espécies reativas de oxigênio, que atuam diretamente ou como sinalizadores para os processos de degradação celular, impedindo assim a germinação e o desenvolvimento inicial, bem como processos fisiológicos vitais das plantas (ALMEIDA *et al.*, 2008). Foi verificado que tanto os extratos da polpa quanto os das sementes aumentaram a atividade de enzimas responsáveis pelo controle de espécies reativas de oxigênio, indicando que o efeito alelopático das mesmas está envolvido na formação de espécies reativas de oxigênio.

A atividade da enzima α -amilase ficou diminuída no extrato bruto etanólico da polpa de *E. edulis*, e nas frações hexano e clorofórmio em todas as concentrações (figura 46) indicando que houve redução do gasto energético por parte das plântulas ocasionado por estas frações.

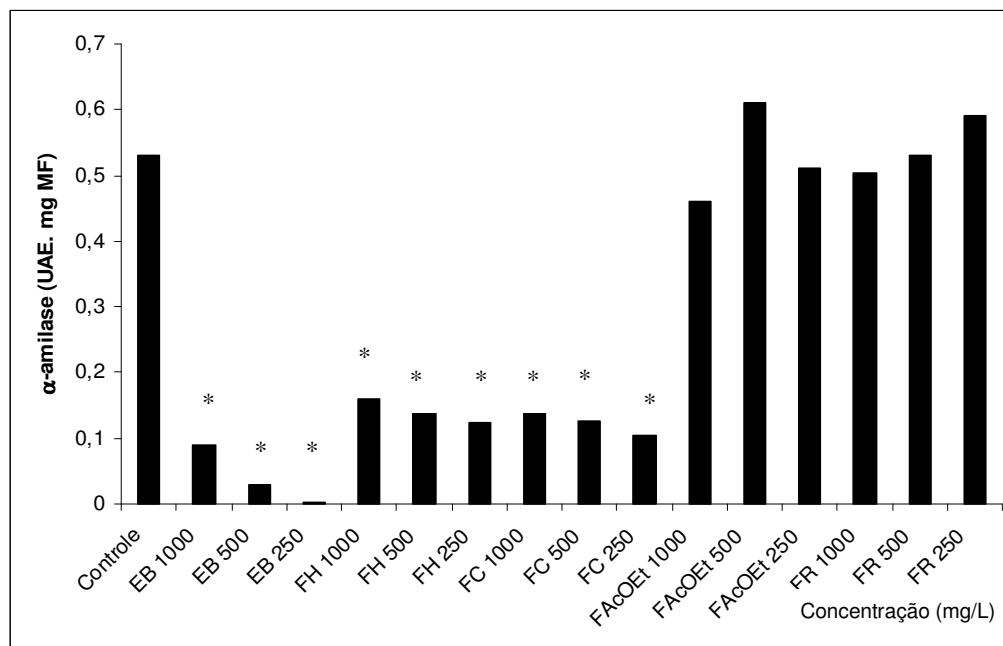


FIGURA 46- ATIVIDADE DA α -AMILASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

A atividade da α -amilase aumentou nas frações hexano, clorofórmio e remanescente provenientes das sementes de *E. edulis* (figura 47). A α -amilase é uma enzima hidrolítica responsável pela conversão do amido em açúcares, utilizada especialmente para o crescimento da plântula. O aumento na atividade da alfa amilase também está relacionado à síntese da própria enzima (JACOBSEN: HANSON & CHANDLER, 1986) e também indica que ocorreu gasto energético das plântulas de *Lactuca sativa* na tentativa de propiciar o crescimento das mesmas.

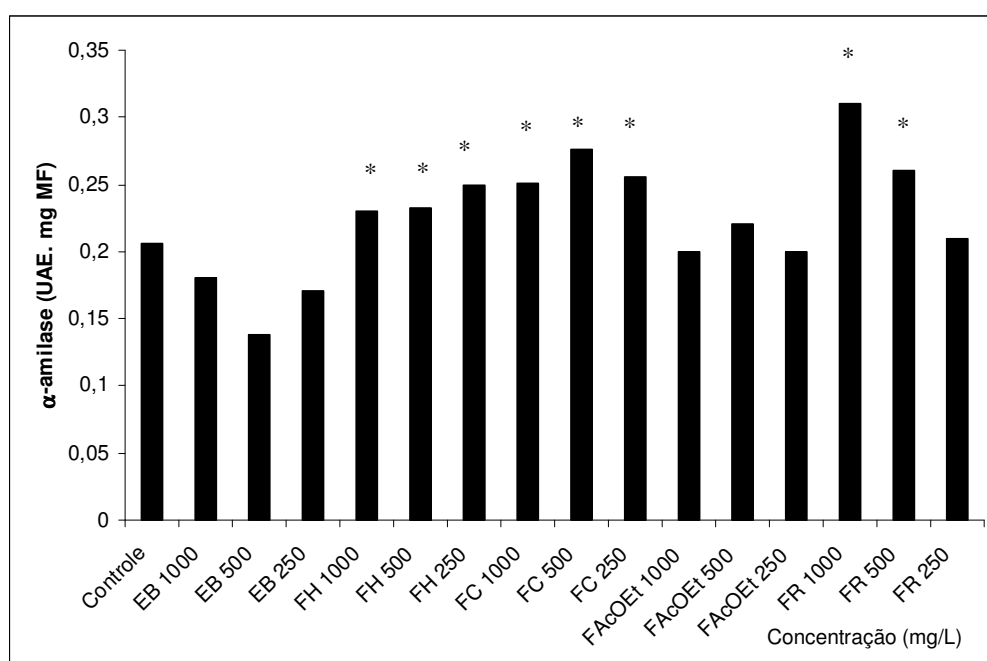


FIGURA 47- ATIVIDADE DA α -AMILASE EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

4.4.4 ANÁLISE DE PROTEÍNAS TOTAIS DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

O aumento no conteúdo de proteínas no tecido vegetal desafiado com um patógeno ou tratado com eliciador indica a ativação dos mecanismos de defesa (VIECELLI *et al.*, 2010). De forma geral, as plantas submetidas a algum tipo de estresse biótico ou abiótico demonstram um aumento na síntese de proteínas de defesa. Dentre as famílias de proteínas de defesa mais amplamente difundidas estão as quitinases, glucanases, peroxidases, fenilalanina amônia-liases e inibidores de proteases (SÁNCHEZ *et al.*, 2000).

A fração clorofórmio da polpa de *E. edulis* demonstrou nas concentrações de 500 e 1000 mg/L aumento no teor de proteínas, os demais extratos da polpa foram estatisticamente iguais ao controle (figura 48).

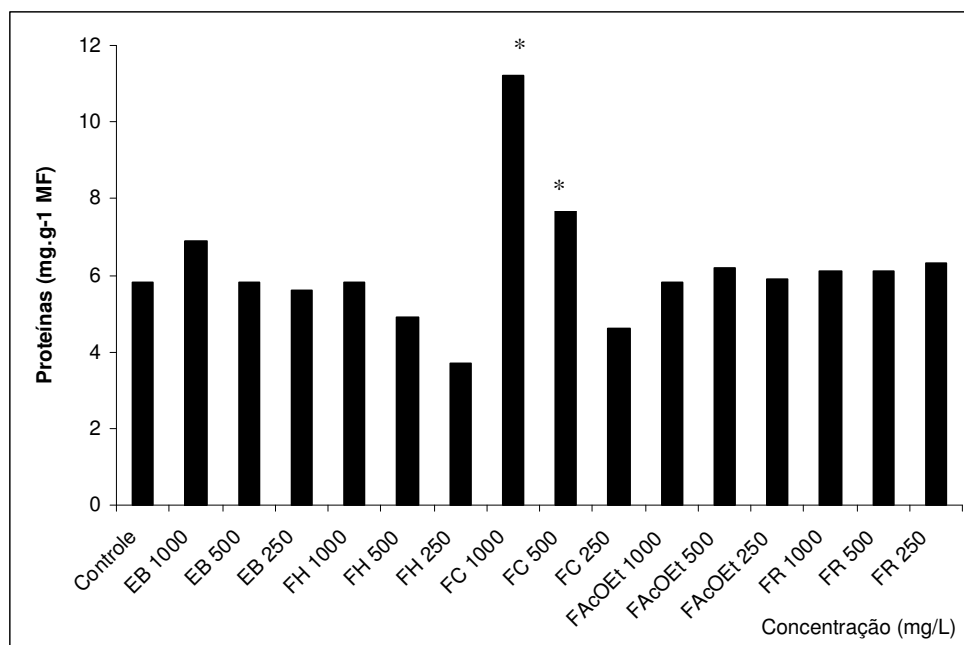


FIGURA 48- TEOR DE PROTEÍNAS TOTAIS, EM PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AO EXTRATO ETANÓLICO E AS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE *E. edulis* MARTIUS

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

Em relação aos teores de proteínas foi verificado que as frações hexano, clorofórmio e AcOEt provenientes das sementes de *E. edulis* apresentaram valores mais elevados comparados com o controle, sendo que a fração AcOEt demonstrou aumento do teor de proteínas em todas as concentrações (figura 49).

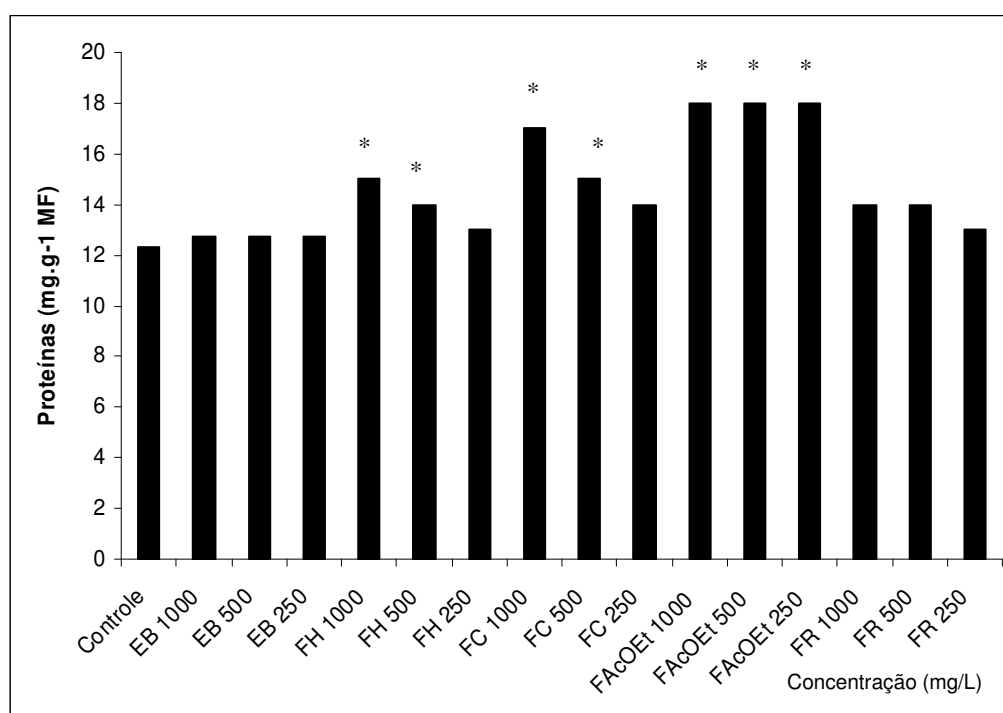


FIGURA 49- TEOR DE PROTEÍNAS TOTAIS, EM PLÂNTULAS *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS AO EXTRATO ETANÓLICO E AS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES *Euterpe edulis* MARTIUS. NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

4.4.5 TEOR DE CLOROFILA DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS A AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Os extratos da polpa de *Euterpe edulis* Martius que promoveram diminuição dos teores de clorofila foram o extrato bruto etanólico na concentração de 1000 mg/L, e as frações AcOEt nas concentrações de 500 e 1000 mg/L e remanescente na concentração de 1000 mg/L (figura 50), diminuindo desta forma a capacidade fotossintética das plântulas. O processo fotossintético converte dióxido de carbono e água em carboidratos e oxigênio. Neste processo a oxidação da água para a produção de oxigênio, requer energia solar, que é absorvida pelas clorofilas. O outro processo onde o dióxido de carbono é transformado em carboidratos utiliza o ATP, que é produzido através da energia luminosa absorvida pelas clorofilas (CAMPBELL *et al.*, 1999). Desta forma a redução dos teores de clorofila provoca a redução da produção de carboidratos que seriam utilizados para a obtenção de energia. Além disso, os carboidratos produzidos no processo de fotossíntese desempenham função estrutural e atuam em várias rotas metabólicas da planta.

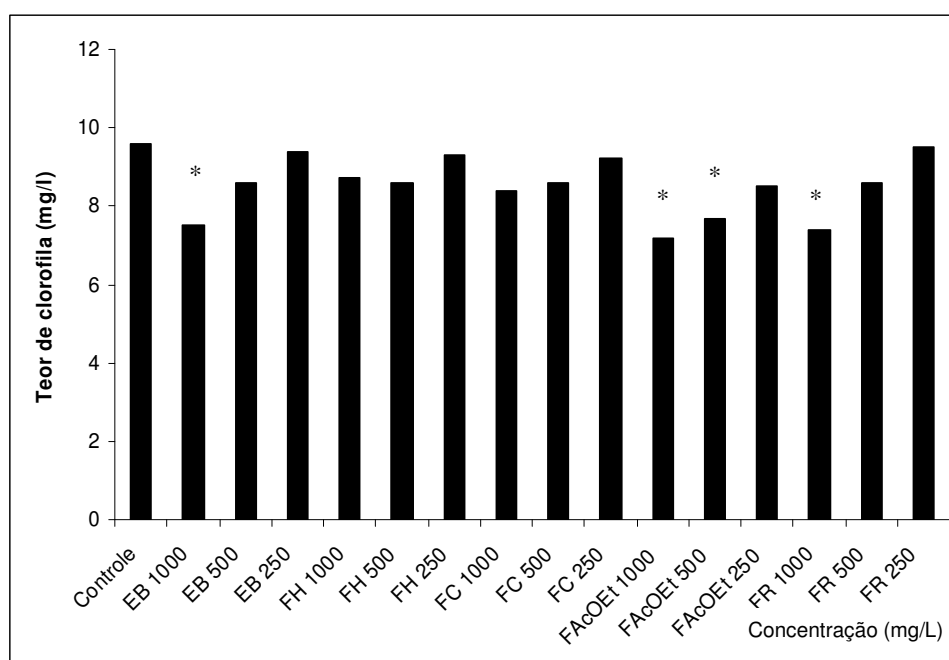


FIGURA 50- TEOR DE CLOROFILA EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

As frações clorofórmio, AcOEt e remanescente provenientes das sementes de *E. edulis* diminuíram os teores de clorofila em todas as concentrações testadas (figura 51) causando desta forma redução da capacidade fotossintética. Certas classes de aleloquímicos interferem na fotossíntese por induzir mudanças no conteúdo de clorofila das plantas. Ácidos fenólicos, as cumarinas, policompostos fenólicos e flavonoides são os principais aleloquímicos responsáveis pela inibição da fotossíntese, pois alteram o transporte de elétrons e a fosforilação nos fotossistemas (BORELLA *et al.*, 2009).

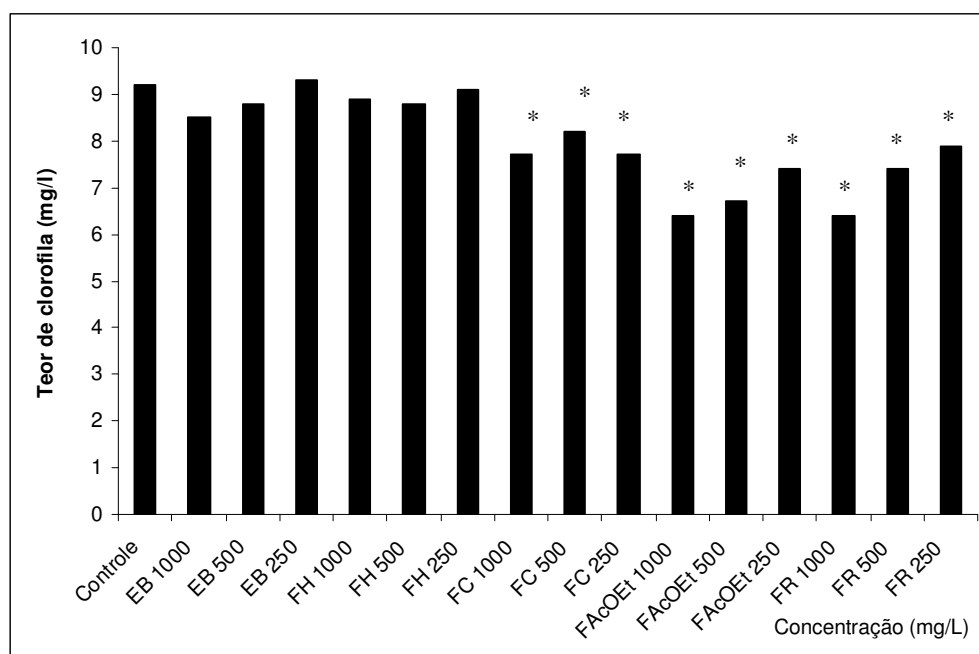


FIGURA 51- TEOR DE CLOROFILA EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

4.4.6 TESTE DA RESPIRAÇÃO DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Das frações provenientes da polpa de *Euterpe edulis* Martius, a fração clorofórmio na concentração de 1000 mg/L, a fração AcOEt nas concentrações de 500 e 1000 mg/L e a fração remanescente na concentração de 1000 mg/L diminuíram a atividade respiratória das raízes em relação ao controle (figura 52). A respiração celular também pode ser fortemente afetada pela presença de aleloquímicos que interferem em várias etapas desse processo em um ou mais níveis (CARMO; BORGES & TAKAKI, 2007).

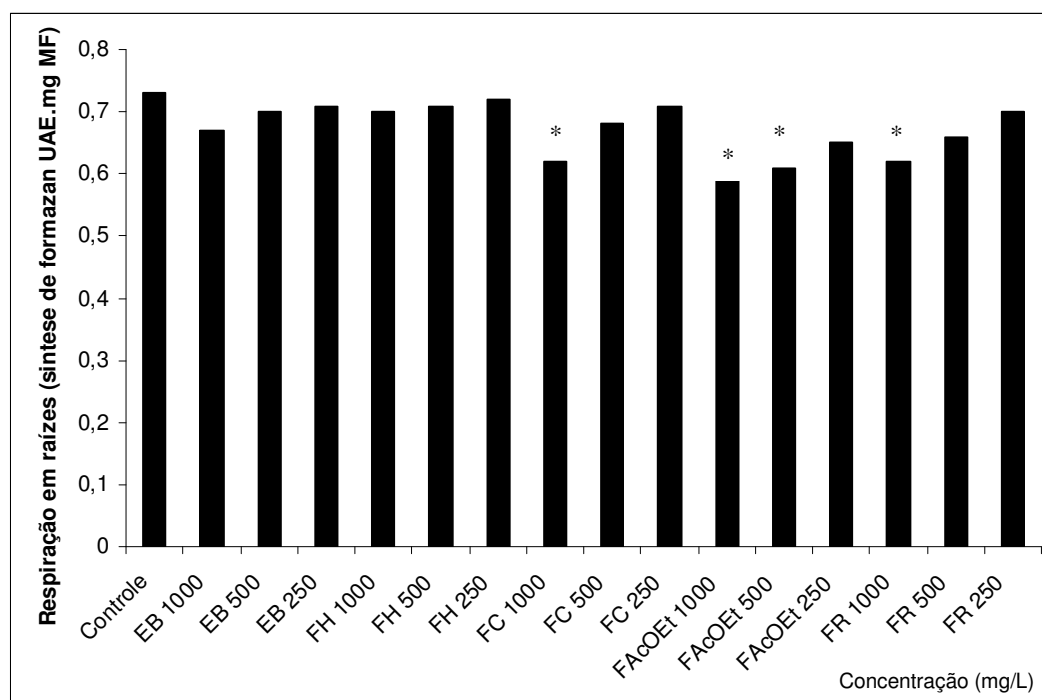


GRÁFICO 52- ATIVIDADE RESPIRATÓRIA EM RAÍZES EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

A atividade respiratória das raízes ficou diminuída nas frações hexano, clorofórmio, AcOEt e remanescente das sementes de *E. edulis*, sendo que nestas duas últimas todas as concentrações foram estatisticamente diferentes do controle (figura 53).

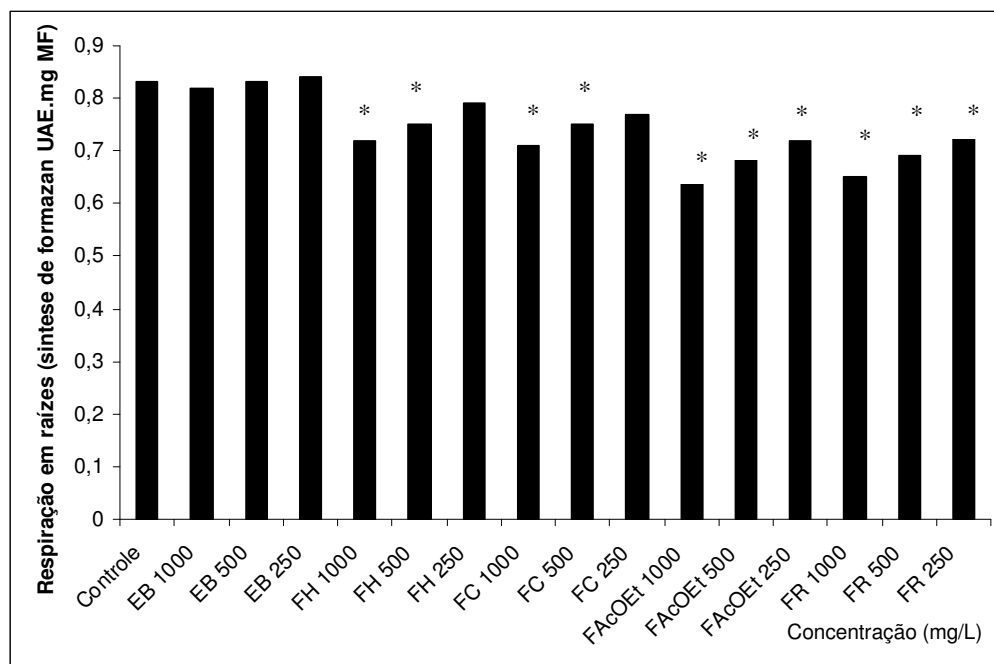


FIGURA 53- ATIVIDADE RESPIRATÓRIA EM RAÍZES EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

4.4.7 ÍNDICE MITÓTICO DAS PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L. SUBMETIDAS À AÇÃO DOS EXTRATOS DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

A redução do crescimento de plantas na presença de aleloquímicos é associada com uma forte inibição da mitose ou/e rompimento da estrutura das organelas, como por exemplo, núcleo e mitocôndrias (ALMEIDA *et al.*, 2008). Foi observado (figura 54) que dos extratos provenientes da polpa de *Euterpe edulis* Martius, o extrato bruto etanólico nas concentrações de 500 e de 1000 mg/L, a fração clorofórmio, AcOEt e remanescente em todas as concentrações diminuíram a mitose, ocasionando a diminuição do crescimento das plântulas. Não foram observadas células em apoptose tanto no controle como nos extratos da polpa, indicando desta forma que os extratos não tem efeito genotóxico.

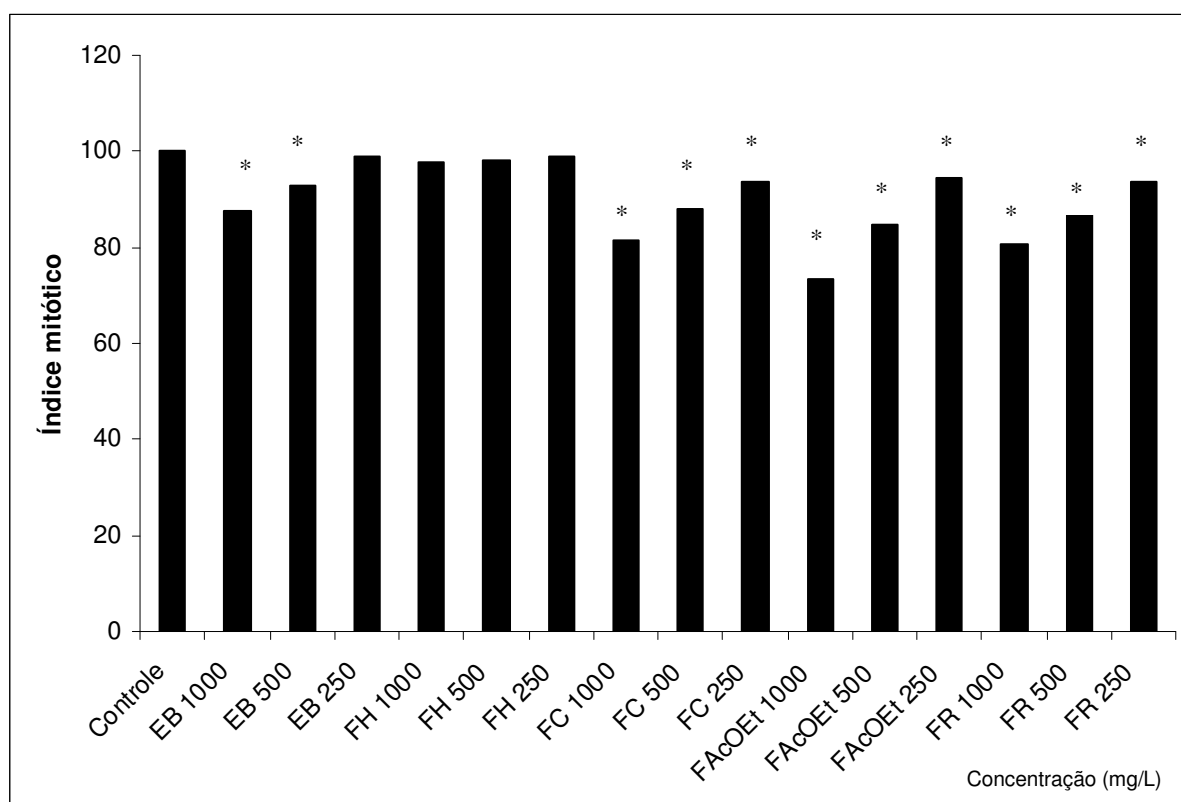


FIGURA 54- ÍNDICE MITÓTICO EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

Todos os extratos das sementes em todas as concentrações diminuíram o índice mitótico (figura 55), proporcionando a inibição do crescimento apresentado por estes extratos. Como nos extratos da polpa de *E. edulis* não foram observadas células em apoptose tanto no controle como nos extratos das sementes, ficou evidenciada a ausência de efeito genotóxico.

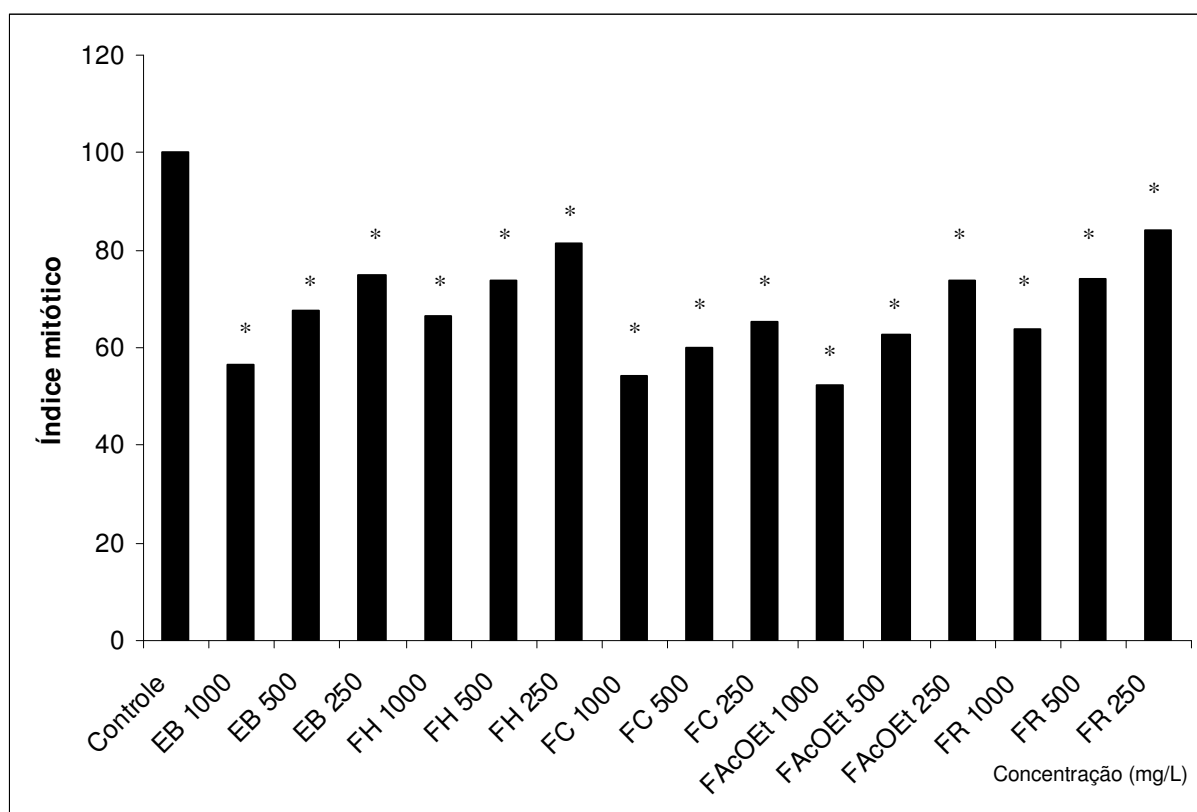


FIGURA 55- ÍNDICE MITÓTICO EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO ETANÓLICO E DAS FRAÇÕES OBTIDAS DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS SOBRE PLÂNTULAS DE *Lactuca sativa* L.

NOTA: *A média do tratamento difere significativamente ($p < 0,05$) em comparação com a média do controle, pelo teste de Tukey.

4.4.8 MÉTODO DO SANDUÍCHE

Na lixiviação as toxinas solúveis em água são lixiviadas da parte aérea e das raízes, ou ainda dos resíduos vegetais em decomposição (ALMEIDA *et al.*, 2008). No método do sanduíche, a polpa industrializada de *Euterpe edulis* Martius, bem como as sementes de *E. edulis* moídas foram colocadas em ágar para simular a lixiviação de substâncias e seus efeitos sobre sementes de *Ipomoea hederifolia* L.. Foi observado que tanto a polpa como as sementes alteram os valores de índice de velocidade de germinação (IVG), promovendo um atraso na germinação (tabela 50). O mesmo efeito foi verificado para a concentração de 10 mg no experimento em caixa gerbox.

TABELA 50 – AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG) DAS SEMENTES DE *Ipomoea hederifolia* L. SUBMETIDOS À POLPA E AS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento (mg)	IVG Polpa	IVG Sementes
10	12,79 a	9,57 b
25	7,92 a	6,60 a
50	10,96 a	6,72 a
Controle	17,55 b	17,55 c

NOTA: Valores seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente entre si na mesma coluna

A polpa de *E. edulis* promoveu a inibição do crescimento da radícula em todas as concentrações testadas (figura 56 e tabela 51, página 174). Inibiu o crescimento em 65,40%, 46,46% e 53,53% nas concentrações de 10, 25 e 50 mg respectivamente. Não foi observado efeito sobre o tamanho do hipocótilo (tabela 51, página 174).

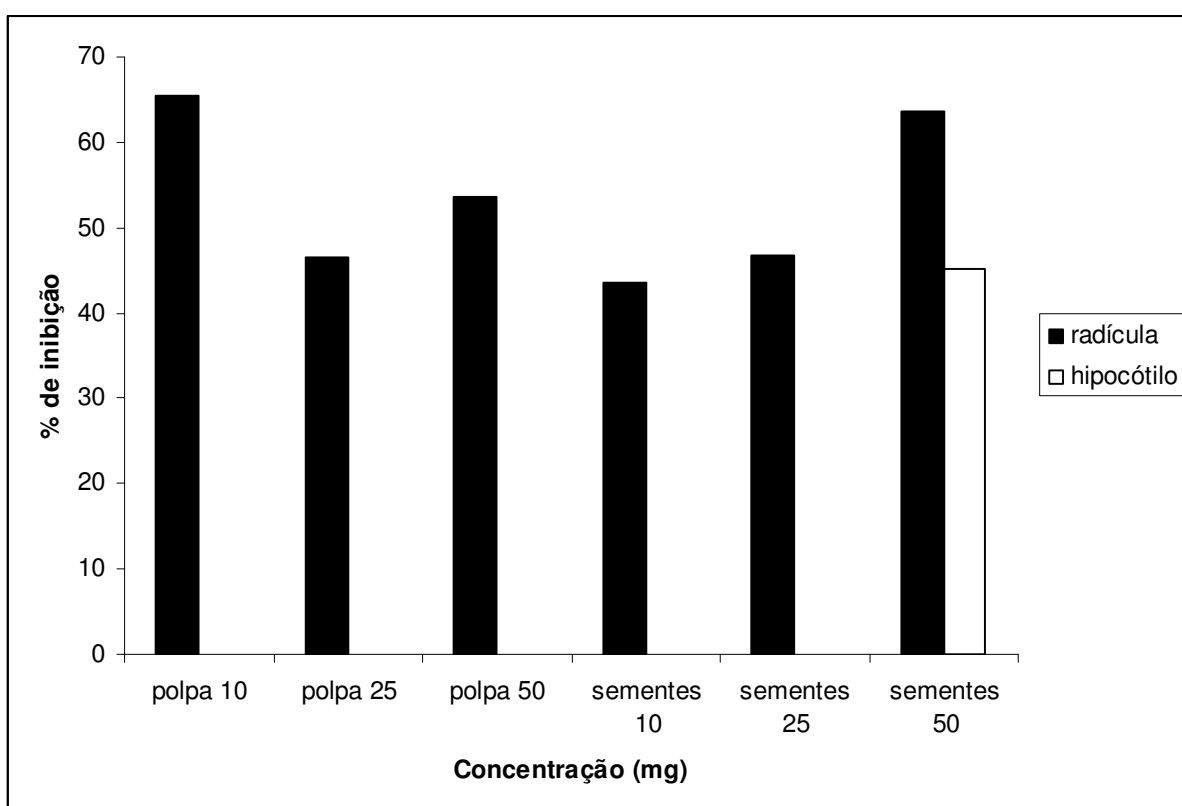


FIGURA 56 –INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO PELO MÉTODO DO SANDUÍCHE DE PLÂNTULAS DE *Ipomoea hederifolia* L. PROMOVIDO PELO MATERIAL VEGETAL DA POLPA E DAS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

NOTA: o percentual de inibição é média das quatro repetições comparada à média do crescimento do controle

TABELA 51- AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Ipomoea hederifolia* L. PELO MÉTODO DO SANDUÍCHE UTILIZANDO A POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento (mg)	Repetição	Tamanho da radícula (cm)	Tamanho do hipocótilo (cm)
10	1	1,25 a	2,90 a
	2	1,60 a	2,90 a
	3	1,80 a	3,30 a
	4	2,20 a	3,40 a
25	1	2,50 a	2,85 a
	2	2,75 a	3,95 a
	3	2,75 a	4,30 a
	4	2,60 a	4,45 a
50	1	2,45 a	3,35 a
	2	1,75 a	3,35 a
	3	2,45 a	4,45 a
	4	2,55 a	3,65 a
Controle	1	5,05 b	4,95 a
	2	5,05 b	5,15 a
	3	4,90 b	5,00 a
	4	4,80 b	4,90 a

NOTA: Valores seguidos de letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si na mesma coluna

As sementes de *E. edulis* promoveram inibição do crescimento da radícula em todas as concentrações (tabela 52), inibindo o crescimento em 43,49%, 46,65% e 63,56% nas concentrações de 10, 25 e 50 mg, respectivamente. Sobre o hipocótilo somente a maior concentração de 50 mg, inibiu o crescimento em 45,16% (figura 56, página 173).

TABELA 52 - AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Ipomoea hederifolia* L. PELO MÉTODO DO SANDUÍCHE UTILIZANDO AS SEMENTES DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tratamento mg	Repetição	Tamanho da radícula cm	Tamanho do hipocótilo cm
10	1	1,46 a	1,20 b
	2	1,50 a	1,20 b
	3	1,56 a	1,30 b
	4	1,56 a	1,25 b
25	1	1,53 a	1,13 b
	2	1,36 a	1,20 b
	3	1,35 a	1,23 b
	4	1,50 a	1,22 b
50	1	0,90 a	0,66 a
	2	0,96 a	0,66 a
	3	1,10 a	0,70 a
	4	0,96 a	0,70 a
Controle	1	2,63 b	1,26 b
	2	2,66 b	1,26 b
	3	2,73 b	1,24 b
	4	2,70 b	1,23 b

NOTA: Valores seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente entre si na mesma coluna.

A atividade alelopática raramente é resultado de uma única substância, sendo mais comum um conjunto de substâncias apresentando tal atividade. O entendimento das inter-relações complica-se pelo fato de um mesmo composto influenciar várias funções biológicas e a mesma função poder ser influenciada por mais de um composto (SILVA *et al.*, 2009). Os estudos alelopáticos representam uma busca alternativa e biológica por fitotoxinas naturais e por derivados sintéticos a serem empregados como herbicidas naturais, pois apresentam ação específica e menos prejudicial ao meio ambiente (BORELLA *et al.*, 2009)

O potencial para o uso de produtos naturais e plantas como herbicidas é grande, sobretudo a agricultura agroecológica, seja para o uso direto ou como base para a síntese de novas moléculas herbicidas, uma vez que, embora o método de controle químico seja prático, possui uma série de limitações. O uso de herbicidas sintéticos, algumas vezes, leva à poluição ambiental, além de causar efeitos inerentes, como resistência, entre outros (RODRIGUES *et al.*, 2010). Ficou demonstrado pelos experimentos de crescimento, germinação, ensaios enzimáticos e de doseamento de proteínas e clorofilas, bem como o índice mitótico, a possibilidade do uso tanto da polpa como das sementes de *Euterpe edulis* Martius para a aplicação como herbicidas naturais.

4.5 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA

4.5.1 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA PELO MÉTODO DA DIFUSÃO EM GEL

Após o período de 24 horas de incubação as placas contendo as bactérias pesquisadas foram retiradas da estufa. Verificou-se um clareamento ao redor dos discos com as frações da polpa de *Euterpe edulis* Martius, para os tratamentos com *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* e *Pseudomonas aeruginosa*. Evidenciando desta forma uma atividade antibacteriana, devido à presença de halos de inibição. As frações da semente não apresentaram halo de inibição nas bactérias testadas. Na tabela 53 estão os halos de inibição formados, *P. aeruginosa* foi o microorganismo mais sensível à ação dos extratos, as frações hexano e clorofórmio apresentaram os maiores halos de inibição. A fração acetato de etila da polpa inibiu levemente o crescimento das bactérias *S. aureus* e *S. epidermidis*.

TABELA 53 – HALOS DE INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO BACTERIANO OBTIDOS PELOS EXTRATOS DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Extrato ou Fração	Halo de inibição (mm)				
	<i>S. aureus</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. typhimurium</i>
Etanólico	0	0	7	0	0
Hexano	0	0	12	0	0
Clorofórmio	8	0	11	0	0
AcOEt	7,5	7,5	0	0	0
Remanescente	0	7	7	0	0
Cloranfenicol 30 µg	29	35	19,6	31	33

4.5.2. AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MINIMA

Como a fração hexano da polpa de *Euterpe edulis* Martius apresentou os maiores halos de inibição no ensaio da difusão em gel, a mesma foi testada no teste da concentração inibitória mínima frente às bactérias *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Staphylococcus epidermidis* (ATCC 12228), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028), *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). Foi observada ação antibacteriana na concentração de 1000 µg da fração hexano da polpa para as bactérias *S. aureus* e *P. aeruginosa*.

4.5.3. BIOAUTOGRAFIA

A fração hexano da polpa de *Euterpe edulis* Martius foi testada no ensaio da bioautografia. Os resultados obtidos demonstram o efeito de inibição do crescimento bacteriano nas cepas de *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*.

A fração hexano da polpa apresentou zona de inibição do crescimento de *S. aureus* e *P. aeruginosa* no Rf 0,78. Foram realizadas várias cromatografias em camada delgada com o mesmo sistema eluente e condições utilizadas no ensaio da bioautografia e as substâncias presentes no Rf 0,78 foram raspadas e extraídas com hexano e após evaporação do solvente obteve-se um óleo. As substâncias contidas no óleo foram identificadas por meio de cromatografia gasosa.

Na tabela 54 (página 179), verifica-se a composição do óleo. Observa-se que os ácidos graxos saturados do óleo correspondem a 66,263%, os ácidos graxos monoinsaturados a 27,793% e poliinsaturados a 5,944%. Na fração hexano da polpa os ácidos graxos saturados correspondem a 41,886%, os monoinsaturados a 37,888% e os poliinsaturados a 20,226%. Entre os ácidos graxos saturados, o ácido palmítico aumentou a concentração de 23,407% para 30,269%, enquanto o ácido graxo monoinsaturado ácido oleico diminuiu a concentração de 31,337% da fração hexano para 21,968% no óleo. O ácido graxo poliinsaturado linoleico com 13,949% na fração

hexano apresentou apenas 1,466% no óleo. Além disso, os ácidos γ -linolênico e α -linolênico presentes na fração hexano da polpa não foram identificados no óleo.

TABELA 54- RELAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS OBTIDOS NA ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DAS SUBTÂNCIAS PRESENTES NO RF 0,78 E NA FRAÇÃO HEXANO DA POLPA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Ácido graxo	Substâncias RF 0,78 Concentração (%)	Fração hexano polpa Concentração (%)
Caproico	3,702	2,592
Caprílico	3,013	2,302
Caprico	2,772	2,147
Undecanoico	1,369	1,122
Mirístico	2,578	2,031
Miristoleico	1,355	1,087
Pentadodecanoico	1,2020	0,963
Cis-10-pentadecenoico	1,629	0,938
Palmitico	30,269	23,407
Palmitoleico	2,0184	2,445
Heptadecanoico	1,315	1,031
Cis-10-heptadecenoico	1,317	0,964
Esteárico	5,265	4,177
Oleico	21,968	31,337
Linolelaídico	2,392	3,104
Linoleico	1,466	13,949
γ -linolenico	-	1,899
α -linolenico	-	1,370
Araquidônico	2,572	2,014
9-eicosenoico	1,524	1,117

Estes resultados indicam que o aumento da composição no óleo de ácidos graxos saturados como o palmítico, e a diminuição dos ácidos graxos insaturados, como o oleico e principalmente o linoleico, promoveram o efeito de inibição do crescimento bacteriano.

Muitos ácidos graxos são conhecidos devido as propriedades antibacterianas e antifúngicas (AGORAMOORTHY *et al.*, 2007). A fração hexano da polpa de *E. edulis* é composta por ácidos graxos descritos na literatura com atividade antibacteriana. O ácido cáprico apresentou atividade inibitória sobre crescimento de cepas de *S. aureus* resistentes a metilicina, na concentração de 800 µg/mL (KITAHARA *et al.*, 2004). Em estudo realizado por BATOVSKA *et al.*, (2009) os ácidos graxos de cadeia média capróico e caprilico apresentaram atividade antimicrobiana sobre cepas de *S. aureus*, *Staphylococcus epidermides*, *Bacillus cereus*. Os ácidos palmítico, linoleico, linolênico, oleico, esteárico e mirístico também são conhecidos pelo potencial antibacteriano e antifúngico (AGORAMOORTHY *et al.*, 2007). Em geral as bactérias gram positivas são susceptíveis a ação de ácidos graxos (KITAHARA *et al.*, 2004), o que foi verificado nos ensaios microbianos da fração hexano e clorofórmio, inibindo cepas de *S. aureus*, contudo *P. aeruginosa*, bactéria gram negativa, também teve seu crescimento inibido. As diferenças observadas de sensibilidade com o uso de ácidos graxos entre bactérias gram positivas e gram negativas, deve-se ao fato que as bactérias gram negativas apresentam uma barreira na membrana externa mais eficaz contra substâncias hidrofóbicas como os ácidos graxos (AGORAMOORTHY *et al.*, 2007). Contra algumas bactérias os ácidos graxos causam inibição do consumo de oxigênio ou estimulam a captação de aminoácidos (ORHAN; OZCELİK & ŞENER, 2009).

AGORAMOORTHY *et al.*, (2007), analisando a atividade antimicrobiana do óleo extraído das folhas de *Excoecaria agallocha* verificaram a inibição do crescimento de *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida tropicalis* e *Candida parapsilosis*. O ácido palmítico foi o principal constituinte deste óleo com 56% do conteúdo de ácidos graxos, os microorganismos gram positivos foram novamente os mais sensíveis à ação dos ácidos graxos.

Em estudo com frutos de duas palmeiras abundantes no Brasil: *Syagrus oleracea* (Martius) Becc. (Guariroba) e *Mauritia vinifera* Martius (Buriti) foi observada a ação dos

extratos lipofílicos de *S. oleracea* sobre *P. aeruginosa* e *Escherichia coli*, e de *M. vinifera* sobre cepas de *P. aeruginosa* e *S. aureus*, o ácido graxo comum nas duas espécies foi o ácido palmítico (SILVEIRA *et al.*, 2005).

Os resultados indicam que o ácido palmítico e os demais ácidos graxos saturados tiveram elevada contribuição na inibição do crescimento bacteriano observado pelo óleo e pela fração hexano da polpa de *E. edulis*.

4.6. AVALIAÇÃO BROMATOLÓGICA DA POLPA INDUSTRIALIZADA DE *Euterpe edulis* MARTIUS

4.6.1. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS TOTAIS

A determinação de sólidos totais foi realizada de acordo com método de resíduo seco dos extratos da FARMACOPÉIA BRASILEIRA (2010). O teor de sólidos totais encontrado foi de $6,47 \pm 0,21$ %.

4.6.2. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS EM °BRIX

A determinação de sólidos solúveis foi realizada através de refratômetro de ABBÉ, a média foi de $3,03 \pm 0,49$ %. Este valor encontra-se entre os valores obtidos por SANTOS *et al.* (2008) analisando polpas *Euterpe oleracea* Martius (açaí) entre 2,40 a 8,13%.

4.6.3. DETERMINAÇÃO DOS CARBOIDRATOS

A determinação de carboidratos da polpa foi calculada por diferença resultando no valor de 0,84%, correspondendo a 13% em base seca. Uma porção de 100 g de polpa equivale a 0,28% do valor diário de referência de carboidratos para uma dieta de 2000 kcal de acordo com BRASIL (2003).

4.6.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE PROTEÍNAS

A média das sextuplicatas foi de $0,5 \pm 0,003$ %, correspondendo em base seca a 7,72%. BORGES *et al.* (2011), analisando dos frutos de *Euterpe edulis* Martius obtiveram valores entre 5,13 a 7,33% para polpas com umidade de 40,09 e 37,93%, respectivamente, em base seca estes valores correspondem a 8,56 e 11,80%.

Em amostras de *Euterpe oleracea* Martius (açaí) foram obtidos valores em base seca de 6,27% por RUFINO *et al.* (2011) e de 10,69% por ALEXANDRE; CUNHA & HUBINGER (2004), já BUENO *et al.* (2002) obteve o valor de 0,90%.

O valor de uma porção de 100 g de polpa equivale a 0,6% do valor diário de referência de proteínas para uma dieta de 2000 kcal, de acordo com BRASIL (2003).

4.6.5. DETERMINAÇÃO DAS FIBRAS TOTAIS

As fibras totais foram determinadas utilizando o método da AOAC 985.29, resultando em um total de 4,06%, correspondendo em base seca a 62,75%, valor semelhante ao encontrado por ALEXANDRE; CUNHA & HUBINGER (2004) em polpa de *Euterpe oleracea* Martius (açaí) com 86,01% de umidade e com 4,37% de fibras, representando contudo um menor percentual em base seca de 31,67%, já RUFINO *et al.* (2011) obteve 71,22% de fibras para a polpa de açaí.

Uma porção de 100 g de polpa equivale a 16% do valor diário de referência de fibras para uma dieta de 2000 kcal, de acordo com BRASIL (2003).

4.6.6 DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS

Para determinação do teor de lipídeos foi utilizado o método gravimétrico por Soxhlet, com extração com éter de petróleo, resultando em um valor de 0,81%, em base seca, este valor corresponde a 12,51%. Os valores de lipídeos obtidos por BORGES *et al.* (2011), foram superiores e encontram-se entre 18,45 e 44,08%, correspondendo em base seca a 30,79 e 71,01% respectivamente. Amostras de *Euterpe oleracea* Martius (açaí) também apresentam valores elevados de lipídeos, RUFINO *et al.* (2011) encontrou o valor de 20,82% e BUENO *et al.* (2002) de 43,47%.

A composição de ácidos graxos encontra-se na tabela 55 (página 184), verifica-se a predominância de ácidos graxos monoinsaturados, o mesmo resultado observado por BORGES *et al.* (2011). De acordo com BORGES *et al.* (2011) a fração lipídica de *Euterpe edulis* Martius é adequada para o consumo alimentício, pois apresenta elevado

conteúdo de ácidos graxos insaturados e baixo conteúdo de ácidos graxos saturados quando comparado a outros óleos como de soja, babaçu e de coco.

TABELA 55 – COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS PRESENTES NA POLPA DO FRUTO DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Tipo de ácido graxo	Percentual (%)
Saturados	0,22
Monoinsaturados	0,39
Poliinsaturados	0,16
Outros	0,04

Uma porção de 100 g de polpa equivale a 1,47% do valor diário de referência de gorduras totais e 1% do total de gordura saturada para uma dieta de 2000 kcal, de acordo com BRASIL (2003).

4.6.7. DETERMINAÇÃO DE CINZAS

As cinzas da polpa de *Euterpe edulis* Martius foram determinadas pelo método gravimétrico que incinerou a polpa a 600 °C, a média foi de $0,26 \pm 0,01$ %, correspondendo em base seca a 4,01%. Este valor encontra-se entre os valores obtidos por BORGES *et al.* (2011), entre 1,86 e 3,32%, correspondendo em base seca a 2,85 e 5,34%. Para amostras de *Euterpe oleracea* Martius (açaí) foram encontrados valores em base seca de 1,99% (RUFINO *et al.*, 2011) e de 3,04% (ALEXANDRE; CUNHA & HUBINGER, 2004).

4.6.8. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO MINERAL

Foram utilizados métodos espectrofotométricos para a avaliação do conteúdo de ferro, selênio, cálcio, manganês e métodos fotométricos para a determinação de sódio e potássio. Os resultados da quantidade presente na polpa de *Euterpe edulis* Martius foram expressos por mg/ 100g e o percentual dos valores diários de referência segundo (BRASIL, 2003) e FDA estão disponíveis na tabela 56.

TABELA 56 – COMPOSIÇÃO MINERAL DA POLPA DO FRUTO DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Mineral	Quantidade (mg /100 g)	%VD
Cálcio	33,81	3,38
Cobre	0,05	5,55
Ferro	0,55	3,92
Fósforo	5,14	0,73
Magnésio	13,26	5,1
Manganês	1,12	48,69
Potássio	77,32	2,2%
Selênio	<0,02	-
Sódio	3,29	0,13
Zinco	0,35	5

VDR = valores diários de referência para uma dieta de 2000 kcal

O cálcio e potássio foram os minerais encontrados em maior abundância na polpa, fato observado também por MENEZES; TORRES & SRUR, (2008) para a polpa liofilizada de *Euterpe oleracea* Martius (açai), no entanto, somente a quantidade de manganês é expressiva dentro dos valores diários de referência, chegando a 48,69%.

4.6.9 AVALIAÇÃO DE VITAMINAS

O conteúdo vitamínico encontra-se na tabela 57. Das vitaminas analisadas apenas a vitamina B2 (riboflavina) apresentou-se em quantidade superior ao limite de detecção, correspondendo a 34,61% dos valores diários de referência (BRASIL, 2003) em uma porção de 100 g de polpa *Euterpe edulis* Martius. A riboflavina é de fundamental importância em organismos aeróbios, sendo precursora de importantes coenzimas participantes da cadeia transportadora de elétrons como a FAD (flavina adenina dinucleotídeo) e FMN (flavina mononucleotídeo). Atualmente, a dose recomendada de ingestão de riboflavina varia desde 0,4 mg (na infância) a 1,3 mg/dia para adultos sendo que, para mulheres grávidas, recomenda-se uma dose suplementar de 0,3 mg/dia durante a gestação e 0,5 mg/dia durante o período de lactação, Pesquisas na área de saúde pública também relatam a importância da riboflavina como fator de proteção contra doenças cardiovasculares e processos tumorais (SOUZA *et al.*, 2005).

TABELA 57 – CONTEÚDO VITAMÍNICO DA POLPA DO FRUTO DE *Euterpe edulis* MARTIUS

Vitamina	Limite de quantificação	Teor
Vitamina A	37,71 µg /100 g	I.L.Q
Vitamina B1	0,1 mg /100 g	I.L.Q
Vitamina B2	-	0,45 mg/ 100 g
Vitamina B3	2 mg/100 g	I.L.Q
Vitamina B6	0,1 mg / 100 g	I.L.Q
Vitamina D3	5 µg/100 mL	I.L.Q
Vitamina E	-	N.D.

Nota: I.L.Q. Inferior ao limite de detecção; N.D. não detectado

4.7 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE CITOTÓXICA SOBRE *Artemia salina* LEACH

Para a análise foi utilizada a metodologia de MEYER *et al.* (1982) adaptada, a contagem das três concentrações foi feita em um período de 24 horas após a adição dos nauplios. A toxicidade sobre *Artemia salina* Leach foi determinada através da CL₅₀, concentração média letal. Segundo MEYER *et al.* (1982) valores de CL₅₀ superiores a 1000 µg/mL não são considerados tóxicos. O ensaio de toxicidade frente aos náuplios de *A. salina* é utilizado como método alternativo para a determinação da toxicidade, pois demonstra a sensibilidade da *A. salina* a substâncias tóxicas (UTYAMA *et al.*, 2007).

Os resultados da polpa industrializada e dos extratos etanólicos e frações particionadas da polpa e da semente de *Euterpe edulis* Martius apresentaram valores de CL₅₀ superiores a 1000 µg/mL, portanto não são considerados tóxicos por esta metodologia. Apenas a fração AcOEt da semente de *E. edulis* apresentou CL₅₀ inferior a 1000 µg/mL, resultando em um valor de 625,80 µg/mL (com um intervalo de confiança de 95%, 590,94 – 662,72). O controle positivo de inibição sulfato de quinidina apresentou CL₅₀ de 50,12 µg/mL (com intervalo de confiança 95% de 35,80 – 70,16).

Na pesquisa sobre novos herbicidas são necessários estudos de ecotoxicidade. Para estimar os efeitos deletérios de agrotóxicos sobre o ambiente, frequentemente são utilizados testes de toxicidade aguda. Os testes de toxicidade são necessários para avaliar a poluição aquática, uma vez os testes físico-químicos não são eficazes para detectar os efeitos deletérios causados à biota, bem como não detectam várias classes de compostos químicos poluentes. Os peixes e invertebrados aquáticos são sensíveis às variações de parâmetros ambientais e por isso são utilizados como modelos para testes de poluentes (BARBIERI, 2004). Devido a sua ampla distribuição geográfica e resistência ambiental, *Artemia* sp. é utilizada para inúmeros estudos de ecotoxicidade e na avaliação de produtos como pesticidas, derivados de petroquímicos, dispersantes, metais pesados, derivados carcinogênicos e metabólitos de microorganismos (BEVILACQUA *et al.* 2008). Em relação ao presente ensaio foi verificado que somente a fração AcOEt das sementes de *E. edulis* apresentou uma CL₅₀ superior a 1000 µg/mL indicando que a aplicação alelopática da mesma deve ser realizada com cautela.

4.8 ATIVIDADE HEMOLÍTICA

Nenhum dos extratos de *Euterpe edulis* Martius testados apresentou halo de hemólise na concentração de 1000 µg, o mesmo ocorrendo para os solventes utilizados no preparo das soluções. Os halos de hemólise dos controles positivos na concentração de 1000 µg podem ser observados na tabela 58:

TABELA 58 – HALOS DOS CONTROLES DE HEMÓLISE EM PLACA

Controle	Halo (mm)
Triton	19,5 ± 0,5
Saponina	23,5 ± 0,5

Os resultados obtidos no presente ensaio indicam a possível aplicação cosmética dos extratos de *E. edulis*, visto que os mesmos não causaram hemólise. Desta forma existe a possibilidade do desenvolvimento de formulações cosméticas com propriedades antioxidantes e emolientes como os extratos e as frações obtidas tanto da polpa quanto das sementes.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no decorrer do presente trabalho permitiram concluir que:

- O estudo fitoquímico preliminar da polpa de *Euterpe edulis* Martius revelou a presença de flavonoides, como os heterosídeos antociânicos, a presença de taninos (proantocianidinas) e outros compostos fenólicos, como ácidos fenólicos. Para as sementes foi observada a presença de compostos fenólicos como flavonoides e ácidos fenólicos.
- Nas frações hexano da polpa de *E. edulis* foram identificados 41,886% de ácidos graxos saturados e 58,114% de ácidos graxos insaturados. Dentre os ácidos graxos saturados o ácido palmítico obteve a maior concentração, com 23,407%. Dentre os ácidos graxos monoinsaturados, o ácido oleico foi encontrado em maior percentual dentre toda a composição graxa com 31,337%. Dos ácidos graxos poliinsaturados o ácido linoleico foi encontrado em maior proporção com 13,949%. Na fração clorofórmio da polpa foram detectados 38,509% de ácidos graxos saturados e 61,491% de ácidos graxos insaturados. Os ácidos palmítico, oleico e linoleico também foram encontrados em maior proporção na fração clorofórmio da polpa.
- O óleo fixo da semente de *E. edulis* apresentou 53,173% de ácidos graxos saturados e 46,827% de ácidos graxos insaturados. Na fração hexano da semente de *E. edulis* os ácidos graxos saturados constituem 51,753% do total de ácidos graxos e os ácidos graxos insaturados correspondem a 48,247%. Os ácidos palmítico, oleico e linoleico também foram encontrados em maior proporção nestas frações.
- De forma geral a atividade antioxidante apresentada pelos extratos tanto da polpa de *E. edulis* quanto das sementes está fortemente associada à presença de compostos fenólicos, como ácidos fenólicos, flavonoides e proantocianidinas. No entanto de acordo com a metodologia empregada, a atividade antioxidante pode não obedecer a este padrão, ficando dependente da composição fitoquímica dos extratos.

- O conteúdo de antocianinas, compostos fenólicos expressos em catequina e em ácido gálico e proantocianidinas encontrados na polpa industrializada de *E. edulis* são considerados iguais ou superiores àqueles encontrados nas polpas de *Euterpe oleracea* Martius (açai). Desta forma, a polpa de *E. edulis* apresentou a mesma ou maior capacidade antioxidante que as polpas de *E. oleracea* analisadas.
- Nos ensaios alelopáticos foi verificado que os extratos e frações da polpa e das sementes de *E. edulis* afetaram o desenvolvimento de plântulas de alface, inibindo de forma geral a germinação e o crescimento, devido ao estímulo à produção de espécies reativas de oxigênio, aumentando assim a atividade das enzimas superóxido dismutase, peroxidase, ascorbato peroxidase e polifenoloxidase. Houve também o aumento da quantidade de proteínas indicando a ativação dos mecanismos de defesa e a diminuição dos teores de clorofila interferindo na fotossíntese das plântulas de alface. Foi verificada também a diminuição da capacidade respiratória das raízes, além da diminuição da mitose.
- O material vegetal da polpa e das sementes de *E. edulis* também inibiu a germinação e o crescimento da planta daninha *Ipomoea hederifolia* L. através da lixiviação de aleloquímicos.
- Os resultados sugerem que o ácido palmítico e os ácidos graxos saturados tiveram elevada contribuição na inibição do crescimento bacteriano de *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* observado na fração hexano da polpa de *E. edulis*.
- Na avaliação bromatológica da polpa industrializada de *E. edulis* foi verificado que na composição de ácidos graxos há predomínio de ácidos graxos monoinsaturados. Na avaliação da composição mineral foi verificado que o cálcio e potássio foram os minerais encontrados em maior abundância na polpa. A quantidade de manganês é expressiva dentro dos valores diários de referência, chegando a 48,69% em uma porção de 100 g de polpa. Das vitaminas analisadas apenas a

vitamina B2 (riboflavina) apresentou-se em quantidade superior ao limite de detecção, correspondendo a 34,61% dos valores diários de referência.

- No ensaio de toxicidade com *Artemia salina* Leach foi verificado que somente a fração AcOEt das sementes de *E. edulis* se mostrou tóxica.
- Nenhum dos extratos de *E. edulis* apresentou hemólise no teste em ágar sangue, na concentração de 1000 µg, sugerindo que os mesmos podem ser aplicados em cosméticos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Floresta Atlântica é um dos 34 hotspots mundiais, por isso são necessárias medidas de proteção e de manejo sustentável das espécies presentes neste bioma. A exploração demasiada para a produção de palmito quase ocasionou a extinção da espécie *Euterpe edulis* Martius.

O manejo dos frutos da palmeira *E. edulis* para obtenção da polpa alimentar e de sementes pode ser considerado como uma importante estratégia de conservação dessa espécie e das florestas nativas, além da geração de renda para as comunidades tradicionais na Floresta Atlântica. O estímulo para o manejo dos frutos, ao invés do palmito, pode contribuir consideravelmente para a redução da pressão sobre essa espécie, além da resolução dos conflitos sócio-ambientais relacionados ao uso de recursos naturais por comunidades inseridas em áreas de conservação permanente ou em seu entorno (COSTA *et al.*, 2008).

O desenvolvimento do presente trabalho permitiu uma avaliação fitoquímica dos componentes dos frutos de *Euterpe edulis* Martius, Arecaceae, bem como uma avaliação de suas propriedades antioxidantes e biológicas nos campos da microbiologia e alelopatia. Ficou demonstrada a capacidade antioxidante da polpa e das sementes de *E. edulis*, bem como o valor nutricional da polpa de *E. edulis* justificando possibilitando o emprego nas áreas cosmética e alimentícia.

O uso dos frutos de *E. edulis* para a produção de polpa é um exemplo da possibilidade de uso dos recursos naturais da Floresta Atlântica, assim como os frutos de *Euterpe oleracea* Martius (açaí) são usados na Floresta Amazônica. As sementes de *E. edulis* resultantes da produção industrial da polpa podem ser utilizadas para fins alelopáticos, no entanto estudos complementares devem ser efetuados nesta área para a aplicação das sementes de *E. edulis* como herbicida natural, entre outros.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 1995. 469p.
- AEBI, H. Catalase in vitro. **Methods in Enzymology**, v.105, p.121-126, 1984.
- AGORAMOORTHY, et al. Antibacterial and antifungal activities of fatty acid methyl esters of the blind-your-eye mangrove from India. **Brazilian Journal of Microbiology**. v.38, p.739-742, 2007.
- AGROFLORESTA.NET. **Jussara**. Disponível em: <http://www.agrofloresta.net/fotos/jussara/>. Acesso em julho, 2012.
- AGUIAR, M. O.& MENDONÇA, M. S. DE. Morfo-anatomia da semente de *Euterpe precatoria* Martius (Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**. v. 25, n.1, p. 2003
- ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINDER, M.D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciência Tecnologia de Alimentos**.v. 24, n. 1, 2004.
- ALMEIDA, G.D *et al.* Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**. v. 61, n. 1, p. 4237-42-47.
- ALVES,C.Q. *et al.*, Métodos para a determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**. v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.
- AMAKO, K.; CHEN, G. X.; ASADA, K. Separate assays specific for ascorbate peroxidase and guaiacol peroxidase and for the chloroplastic and cytosolic isozymes of ascorbate peroxidase in plants. **Plant Cell Physiology**, v.35, n.3, p.497-504, 1994.
- American Herbal Pharmacopoeia and Therapeutic Compendium: Cranberry fruit (*Vaccinium macrocarpon* Aiton). **Standards of Analysis, Quality Control, and Therapeutics**. Santa Cruz (CA), 2002.
- ANDRADE, G. R. *et al.* Atividade enzimática de *Saccharum officinarum* L. em diferentes estágios da micropropagação em sistema de imersão temporária. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, Recife, 2010. **Anais....**
- ANDRADE JÚNIOR, D.R. *et al.*. Os radicais livres de oxigênio e as doenças pulmonares. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**.v. 31, n. 1, p.60-68, 2005.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, **Official methods of analysis**. 10. ed. Washington: Editorial Board, 1965. 909p.
- ARNON, D. I. Copper and enzymes in isolated chloroplast. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**. v.24, n. 2, p.1-15, 1949.

ÁRVORES DO BRASIL. **Palmito juçara - *Euterpe edulis***. Disponível em: <http://www.arvores.brasil.nom.br/new/palmitojucara/index.htm>. Acesso em: 01 de Agosto, 2012.

BARBANO, D. M. *et al.*. Kjeldahl method for determination of total nitrogen content of milk: collaborative study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**. n. 74, p. 849-859, 1990.

BAGCHI, D., *et al.*. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. **Toxicology**. v. 148, p. 187–197, 2000.

BALASUNDRAM, N. *et al.*. Antioxidant properties of palm fruit extracts. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**. v. 4, n.4, p. 319-324, 2005.

BARBIERI, E. Emprego de *Poecilia vivipara* (Cyprinodontiformes) e *Artemia salina* (Crustacea) para determinar a toxicidade aguda da água de produção de petróleo em Sergipe, Brasil. **Biologia Geral e Experimental**. v. 5, p. 26-29, 2004.

BARNI, S.T.; CECHINEL FILHO, V.; COUTO, A.G. Caracterização química e tecnológica das folhas, caules e planta inteira da *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br., Convolvulaceae, como matéria-prima farmacêutica. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 19, n.4, p. 865-870, 2009.

BARREIROS, A.L.B.S; DAVID, J.M; DAVID, J.P. estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**. v 29, n. 1, p. 113-123, 2006

Basf, Animal Nutrition, HPLC Determination of Nicotinic Acid, Nicotinamides Pyridoxin, Folic Acid, Riboflavin (Riboflavin Phosphatase) and Thianin in liquid and solid vitamin mistures MEA/EC – 1, 1989.

BATOVSKA, *et al.*. Antibacterial study of mediumchain fatty acids and their 1-monoglycerides: individual effects and synergistic relationships. **Polish Journal of Microbiology**. v. 58, n. 1, p. 43-74, 2009.

BATISH, D.R. *et al.*. Allelopathic effects of parthenin against two weedy species, *Avena fatua* and *Bidens pilosa*. **Environmental and Experimental Botany**. v. 47, p. 149-155, 2002.

BEDNARCZUK, V.O *et al.*. Testes in vitro e in vivo utilizados na triagem toxicológica de produtos naturais. **Visão Acadêmica**. v.11, n.2, p. 43-50, 2010.

BEUTLER, E.; DURON, O.; KELLY, B.M. Improved method for the determination of good glutathione. **The Journal of Laboratory and Clinical Medicine**. v. 61. p. 882-890, 1963.

BIANCHI, M.L.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**. v.12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BITENCOURT, H.R.; SANTOS, L.S.; SOUZA FILHO, A.P.S. Atividade Alelopática de chalcona sintética, de seus precursores e de cetonas e aldeídos relacionados. **Planta Daninha**. v. 25, n. 4, p. 747-753, 2007

BOBBIO, F.O. *et al.* Stability and stabilization of the anthocyanins from *Euterpe oleracea* Martius **Acta Alimentaria**. v. 31, n.4, p. 371-377, 2002.

BORELLA, J. *et al.* Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill. sobre *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, v.7, n.3, p.260-265, 2009.

BORELLA, J. & PASTORINI, L.H. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Revista Biotemas**. v. 22, p. 67-75, 2009.

BORGES, G.S.C. *et al.* Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. **Food Research International**. v. 44, P. 2128–2133, 2011.

BOVI, M. L. A. & CARDOSO, M. **Pesquisas com o palmito (Euterpe edulis Martius)**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1978, 46p.

BRADFORD, M. M. A rapid e sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemical**, v.72, p.248-254, 1976.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para a Análise de Sementes**, Brasília: SNDA/DNDU/CLU, 1992.

BRASIL. Ministério do Meio ambiente. **Caderno de debate Agenda 21: Mata Atlântica o futuro é agora**, Brasília, 2004, 15p.

BRASIL. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Resolução n. 360, de 23 de dezembro de 2003. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <
http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/360_03rdc.htm>. Acesso em: 30/05/2012.

BUENO, S.M. et al.. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 61, n. 2, p. 121-126, 2002.

CAMPBELL, M.K. et al. **Bioquímica**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000

CAMPOS, E.B.P; YOSHIDA, W.B. Papel dos radicais livres na fisiopatologia da isquemia e reperfusão em retalhos cutâneos: modelos experimentais e estratégias de tratamento. **Jornal Vascular Brasileiro**.v. 3, n.4, p. 357-366, 2004.

CÂNDIDO, A.C.S. *et al.*. Potencial alelopático de lixiviados das folhas de plantas invasoras pelo método sanduíche. **Revista Brasileira de Biociências**. v. 8, n. 3, p. 268-272, 2010.

CARMO, F.M.S; BORGES, E.E.L & TAKAKI, M.. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorífera* (Vell.) Rohwer). **Acta Botanica Brasílica**. v. 21, n. 3, p. 697-705, 2007.

CATANIA, A.S; BARROS, R.S.; FERREIRA, S.R.G. Vitaminas e minerais com propriedades antioxidantes e risco cardiometabólico: controvérsias e perspectivas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**. v.53, n.5, p. 550-559, 2009.

CAYON, D.G.; LOPES, N.L.; OLIVA, M.A., SILVA, J.F. Teores de clorofila e proteína bruta em soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tratada com imazaquin. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 2, n.3, p. 33-40, 1990.

CENTENARO, C. *et al.*. Contribuição ao estudo alelopático de *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 19, p. 304-308, 2009.

CERQUEIRA, F.M.; Medeiros, M.H.G. de; Augusto, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 441-449, 2007.

CERISOLA, C.M.; ANTUNES, A.Z & PORT-CARVALHO, M. M. Consumo de *Euterpe edulis* Martius (Arecaceae) por vertebrados no Parque Estadual Alberto Löfgren, São Paulo, Sudeste do Brasil. **Instituto Florestal Série Registros**. v. 31, p. 167-171, 2007.

CHEESEMAN, K.H.; BEAVIS, A. & ESTERBAUER H. Hydroxyl-radical-induced iron-catalysed degradation of 2-deoxyribose. Quantitative determination of malondialdehyde. **Biochemical Journal**. v. 252, p. 649-653, 1988.

CHEN, Y. *et al.* Comparasion of albumin and casein microspheres as a carrier for doxorubicin. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**. v.39, n.12, p.978-985, 1987.

CHIN, Y.W. et al. Lignans and others constituents of the fruit of *Euterpe oleracea* (Açaí) with antioxidant and cytoprotective activities. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 56, p. 7759-7764, 2008.

CHOU, C. H. Allelopathic researches in the subtropical vegetation in Taiwan. **Comparative Physiology and Ecology**. v. 5, n. 4, p. 222-234, 1980.

COSTA, E.A.D *et al.*. Produção de polpa e sementes de palmeira juçara: alternativa de renda para a Mata Atlântica. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. P.60-66, 2008.

CORTÉS, S. *et al.*. Identification of proanthocyanidins extracted from *Pinus radiata* D.Don bark. **Ciencia e Investigación Agraria**. v.37, n. 2, p. 15-25, 2010.

COSTA, P. H. A., NETO, A. D. A., BEZERRA, M. A., PRISCO, J, T.; GOMES-FILHO, E. Antioxidant-enzymatic system of two sorghum genotypes differing in salt tolerance. **Brazilian Journal Plant Physiology**. v. 17, n. 4, p. 353-361, 2005.

CONFORTI, F. *et. al.* Antioxidant activity of methanolic extract of *Hypericum triquetrifolium* Turra aerial part. **Fitoterapia**. v. 73, p. 479-483, 2002.

CONSERVAÇÃO. **Biodiversidade no Brasil**. Disponível em: http://eco.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/biodiv_brasil.htm. Acesso em 23 de julho, 2012.

CONSERVATION INTERNATIONAL. **Atlantic Forest**. Disponível em: http://www.conservation.org/where/priority_areas/hotspots/south_america/atlantic-forest/Pages/default.aspx. Acesso em 30 de julho, 2012

CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. v.4, p. 543.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981, 1260 p.

DÁRIO, F. R.; VINCENZO, M. D.; ALMEIDA, A. F. Avifauna em fragmentos da mata atlântica. **Ciência Rural**. v. 32, n. 6, p. 986 – 996, 2002.

DARNET, S.H. *et al.* Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 31, n.2, p. 488-491, 2011.

DAYAN, F. E.; ROMAGNI, J. G.; DUKE, S. O. Investigating the mode of action of natural phytotoxins. **Journal of Chemical Ecology**, v.26, n.9, p.2079-2093, 2000.

DEL POZO –INSFRAN, D; BRENES, C.H.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and pigment stability of açai (*Euterpe oleracea* Martius). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 52, n. 6, p. 1539-45, 2004.

DEL POZO –INSFRAN, D; PERCIVAL, S.S., C.H.; TALCOTT, S. T. Acai (*Euterpe oleracea* Martius) polyphenolics in their glycoside and aglycone forms induce apoptosis of HL-60 leukemia cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 54, n. 4, p. 1222-1229, 2006.

DIALOGO FLORESTAL. **Mapa da Mata Atlântica**. Disponível em <http://www.dialogoflorestal.org.br/biomas/mata-atlantica/mapa-da-mata-atlantica/>. Acesso em 30 de julho, 2012.

DUANGMAL, K.; APENTEN, R. K. O. A comparative study of polyphenoloxidases from taro (*Colocasia esculenta*) and potato (*Solanum tuberosum* var. Romano). **Food Chemistry**. v.64, p.351-359, 1999.

DUCCA, F. & ZONETTI, P. C. Efeito alelopático do extrao aquoso da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) na germinação e desenvolvimento de soja (*Glycine max* L. Merril). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**. v. 1, p. 101 -109, 2008.

EFING, L.M.A.C. **Compostos bioativos do material resinoso, subproduto do processamento da erva-mate. *Ilex paraguaiensis* A. St-Hill**. Curitiba, 2008, 108 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná.

ELLNAIN-WOJTASZEK, M.; Z. KRUCZYŃSKI, Z. & KASPRZAK, J. Investigation of the free radical scavenging activity of *Ginkgobiloba* L. leaves. **Fitoterapia**. v. 74, n1-2, p. 1-6, 2003.

FADDEN, J. M. **A produção de açai a partir do processamento dos frutos do palmitero (*Euterpe edulis* Martius) na Mata Atlântica**. Florianópolis, 2005, 100 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

FACCO, E. M. P. Quantificação de 5-metiltetrahidrofolato no processamento e conservação de vinhos de uvas viníferas e híbridas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 27, n.4, p. 874-877, 2007

FARMACOPÉIA BRASILEIRA. 5.ed. v. 1, Brasília, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010.

FELIPE, R.T.A; OLIVEIRA, J.A. & LEÃO, G.A. Potencial de *Cajanus cajan* e *Crotalaria spectabilis* para fitorremediação: absorção de arsênio e respostas antioxidativas. **Revista Árvore**. v. 33, n. 2, p. 245-254, 2009.

FERREIRA, A.G. & AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 12, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, A.L.A. & MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v. 43, n.1, p. 61-8, 1997.

FERREIRA, D.F. 2000. Sistema de análises de variância para dados balanceados. (SISVAR). **Pacote computacional**. Lavras: UFLA.

FIRESTONE, P., **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society**. 6th ed. Champaign, 1998.

FU, C. *et al.* Oligomeric Proanthocyanidins from mangosteen pericarps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 55, p. 7689–7694, 2007.

FUJII, Y., *et al.* Screening of 239 medicinal plant species for allelopathic activity using the sandwich method. **Weed Biology and Management**. v.3, p. 233-241, 2003.

GADOW, V. A.; JOUBERT, E. & HANSMANN, C. F. J. Comparison of the antioxidant activity of aspalathin with that of other plant phenols of rooibos tea (*Aspalathus linearis*), α -tocopherol, BHT, and BHA. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 45, n. 3, p. 632-638, 1997.

GALLORI, S. *et al.* Polyphenolic constituents of fruit pulp of *Euterpe oleracea* Martius (açai palm) . **Journal Chromatographia**. v.59, n. 11-12, 2004.

GONZÁLEZ, L.; SOUTO, X. C.; REIGOSA, M.J. Allelopathic effects of *Acacia melanoxylon* R. Br. phyllodes during their decomposition. **Forest Ecology**. v. 77, n. 1-3, p. 53-63, 1995.

GOUVÊA, A.C.M.S. *et al.* Anthocyanins standards (cyanidin-3-O-glucoside and cyanidin-3-O-rutinoside) isolation from freeze-dried açai (*Euterpe oleraceae* Martius) by HPLC. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. V. 32, n. 1, p. 43-46, 2012.

GRAY, T. M. *et al.* Destabilizing effect of proline substitutions in two helical regions of T4 lysozyme: Leucine 66 to proline and leucine 91 to proline. **Protein Science**, v.5, n. 4, p.742-751, 1996.

GUARATINI, T.; MEDEIROS, M.H.G.; COLEPICCOLO, P. Antioxidantes na manutenção do equilíbrio redox cutâneo: uso e avaliação de sua eficácia. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 206-213, 2007.

GUMNICKA, O.; OLERZEK, W. Triterpene saponins from the aerial parts of *Dianthus caryophyllus* varremont hort. **Acta Soc. Bot. Pol.**, v. 67, n. 1, p. 65-68, 1998.

GUPTA, A. S. *et al.* Overexpression of superoxide dismutase protects plants from oxidative stress. **Plant Physiology**, v.103, n. 4, p.1067-1073, 1993.

HAFIDH, R.R *et al.* Antioxidant Research in Asia in the Period from 2000-2008. **American Journal Pharmceutical & Toxicology**, v. 4, n.3, p. 48-66, 2009.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M.C. Formation of a thiobarbituric-acidreactive substance from deoxyribose in the presence of iron salts: the role of superoxide and hydroxyl radicals. **FEB Letters**, v. 128, p. 347-352, 1981.

HERNANDEZ-TERRONES, M.G., *et al.* Estudo fitoquímico e alelopático do extrato de caule de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus*). **Planta daninha**, v. 25, n.4, p.755-762, 2007.

HOFFMANN, C.E.F. *et al.* Atividade alelopática de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L.. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 6, p. 11-21, 2007.

IADEROZA, M. *et al.* Antocyanins from fruits of açai (*Euterpe oleracea* Martius) and juçara (*Euterpe edulis* Martius). **Tropical Science**, v. 32, p.41-46, 1992

INDERJIT, D. K. M. M. 7-O-glucoside (ononin), an additional growth inhibitor in soils associated with the weed, *Pluchea lanceolata* (DC) C. B. Clarke (Asteraceae). **Journal Chemical Ecology**, v. 18, n. 5, p. 713-718, 1992.

Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed. Brasília, Anvisa 2008. (item 032/IV)

IPEF. ***Euterpe edulis* (Palmito-juçara)**. Disponível em <http://www.ipef.br/identificacao/euterpe.edulis.asp>. Acesso em 22 abril, 2008.

JACKSON, M.J. An overview of methods for assessment of free radical activity in biology. **Proceedings of the Nutritional Society**, v.58, n. 4, p.673-676, 1999.

JACOBSEN, J. V.; HANSON, A. D.; CHANDLER, P. C. Water stress enhances expression of an alpha-amylase gene in barley leaves. **Plant Physiology**, v.80, p.350, 1986.

JOLY, A. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 7 ed. São Paulo: Nacional, 1985. p. 370-377.

JONES, D. L. **Palms throughout the world**. Reed Books, Australia, 1995, 410 p.

JIMENEZ, O. F. M. V. Z. Allelopathic activity of *Chenopodium ambrosioides* L. **Biochem. Syst. Ecol.** v. 24, n. 3, p. 195-205, 1996.

KANG, J. *et al.* Flavonoids from acai (*Euterpe oleracea* Martius) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities. **Food Chemistry**. v. 128, p. 152–157, 2011.

KANWAR, A.S. Brime shrimp (*Artemia salina*) a marine animal for simple and rapid biological assays. **Journal of Chinese Clinical Medicine**. v. 21, n. 4, p. 236-240, 2007.

KATO, N.H. *et al.* Allelopathy of oats. Assessment of allelopathic of extract of oat shoots and identification of an allelochemical. **Journal of Chemical Ecology**. v. 20, n. 2, p. 309-314, 1994.

KATO, N.H.; KOSEMURA, S.; YAMAMURA, S. Allelopathic potential of 5-chlor-6-methoxy-2-benzoxazolinone. **Phytochemistry**. v.48, n. 3, p. 433-435, 1998.

KITAHARA, *et al.* Antimicrobial activity of saturated fatty acids and fatty amines against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. **Biological Pharmaceutical Bulletin**. v. 27, n.9, p. 1321-1326, 2004.

KIKUZAKI, H.; NAKATANI, N. Antioxidant effects of some ginger constituents. **Journal Food Science**. v.58, p.1407-1410, 1993.

KOGA, T. *et al.* Increase of Antioxidative potential of rat plasma by oral administration of proanthocyanidin-rich extract from grape seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 47, p. 1892-1897, 1999.

KOITABASCHI, R. 1,8-cineole inhibits root growth and DNA synthesis in the root apical meristem of *Brassica campestris* L. **Journal Plant Research**. v. 110, n. 1-6, 1097, 1997.

KUSKOSKI, E. A.*et. al.* Frutos tropicais silvestres e as polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, policompostos fenólicos e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

LAGOS, A. R & MUELLER, B. L. A. Hotspot brasileiro Mata Atlântica. **Saúde e Ambiente em Revista**. v. 2, n.2, p. 35 – 45, 2007.

LEES, D.H., FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **HortScience**, v.7, n.1, p.83-84, 1972.

LI, H. H. *et al.*. Allelopathy of *Sasa cernua*. **Journal Chemical Ecology**. v. 18, n. 10, p. 1785-1786, 1992.

LICHENTENTHALER, R. Total oxidant scavenging capacities of Euterpe oleracea Martius (Acai) fruits. **International Journal Food Science Nutrition**.v. 56, p.53-54, 2005.

LIMA, A.R., *et al.* Avaliação in vitro da atividade antioxidante do extrato de hidroalcoólico das folhas de bardana. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 16, n. 4, p. 531-536, 2006.

LIMA, E.S.; ABDALLA, D.S.P. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 37, n.3, p. 283-303, 2001.

LIMA, J.M. *et al.* Prospecção fitoquímica de *Sonchus oleraceus* e sua toxicidade sobre o microcrustáceo *Artemia salina*. **Planta daninha**. v. 27, n.1 p. 7-11, 2009.

LUXIMON-RAMMA, A., *et al.*. Antioxidant activities of phenolic, proanthocyanidin, and flavonoid components in extracts of *Cassia fistula*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 50, p. 5042-5047, 2002.

LORENZI, H. *et al.*. **Palmeiras no Brasil nativas e exóticas**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1996, p. 84.

MACHADO, J.C; CHAVES, J.B.P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Ceres**. v. 53, n. 308, p. 463-470, 2006.

MACHADO, H. *et al.*. Flavonoides e seu potencial terapêutico. **Boletim do Centro de Biologia da Reprodução**. v. 27, n. 1/2, p. 33-39, 2008.

MACIAS, F.A. *et al.*. Potential allelopathic guaianolides from cultivar sunflowers leaves, var. SH 222. **Phytochemistry**. v. 34, n. 3, p. 669-674, 1993.

MACIAS, F. A.; SIMONET, A. M.; ESTEBAN, M. D. Potential allelopathic lupane triterpenes from bioactive frations of *Melilotus messanensis*. **Phytochemistry**. v. 36, n. 6, p. 1369-1379, 1994.

MACIAS, F. A. *et al.*. Natural products as allelochemicals 10. Dehydrozaluzanin C: a potent plant growth regulator with potential use as a natural herbicide template. **Phytochemistry**, v. 54, n. 2, p. 165-171, 2000.

MACIAS, F. A.; CASTELLANO, D.; MOLINILLO, J. M. G. Search for a standart phytotoxic bioassay for allelochemicals. Selection of standard target species. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v. 48, n. 6, p. 2512-2521, 2000.

MAFEI R.A. **Considerações para ao manejo sustentável do palmito (*Euterpe edulis* Martius)**. 2004, 18 p. Monografia. UNICAMP.

MANTOVANI, I.S.B.; FERNANDES, S.B.O.; MENEZES, F.S. Constituintes apolares do fruto do açaí (*Euterpe oleracea* M.-Arecaceae), **Revista brasileira de Farmacognosia**. v. 13, p.41-42, 2003.

MARASCHIN-SILVA, F. & ÁQUILA, M.E.A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botânica Brasília**. v. 20, n. 1, p. 61-69, 2006.

MARQUES, M. R., XAVIER-FILHO, J. Enzymatic and inhibitory activities of cashew tree gum exudate. **Phytochemistry**. v.30, n.5, p.1431-1433, 1991.

MARTIN, C.A. *et al.*. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**. v.19, n.6, p.761-770, 2006.

MARTINS, C.C. *et al.*. Isoenzimas na diferenciação de três espécies do gênero *Euterpe*. **Revista Árvore**. v.31, n.1, p. 51-57, 2007.

MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. **Revista Brasileira de Botânica**. v.26, n. 2, p.231-238, 2003.

MENSOR, L.L. *et al.* Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical Method. **Phytotherapy Research**, v.15, p.127-30, 2001.

MERTENS-TALCOTT, S. U.; RIOS, J.; JILMA-STOHLAWETZ, P.; PACHECO-PALENCIA, L. A.; TALCOTT, B. M. S. T.; DERENDORF, H. Pharmacokinetics of anthocyanins and antioxidant effects after the consumption of anthocyanin-rich açai juice and pulp (*Euterpe oleracea* Martius) in human healthy volunteers. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v. 56, p. 7796-7802, 2008.

MEYER, B. N. *et al.* Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta Medica**. v. 45, p. 31- 34, 1982.

MIGUEL, J. R.; SILVA, M. A. M.; DUQUE, J.C.C. Levantamento das palmeiras (Arecaceae) cultivadas na Universidade Grande Rio, Campus I, Duque de Caxias, Rio de Janeiro Brasil. **Saúde & Ambiente em Revista**. v.2, n.1, p.26-36, 2007.

MIGUEL, O.G. **Ensaio sistemático de análise fitoquímica**. Apostila da disciplina de fitoquímica do curso de farmácia da UFPR, Curitiba, 2003.

MIGUEL, M.G. Anthocyanins: Antioxidant and/or anti-inflammatory activities. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**. v. 1, n. 6, p. 07-15, 2011.

MORAIS, S.M., *et al.* Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de Cróton do nordeste do Brasil. **Quím. Nova**. v. 29, n.5, p. 907-910, 2006.

MOREIRA, E. A. Contribuição ao estudo fitoquímico de *Lobelia hassleri* A. Zahlb e *Lobelia stellfeladii* R. Braga. Campanulaceae. **Tribuna Farmacêutica**. v. 47, n. 1, p. 13-39, 1979.

MOURA, R.S. *et al.* Addition of açai (*Euterpe oleracea*) to cigarettes has a protective effect against emphysema in mice. **Food and Chemical Toxicology**. v. 49, p. 855–863, 2011.

MURAD, W. *et al.* Indigenous knowledge and folk use of medicinal plants by the tribal communities of Hazar Nao Forest, Malakand District, North Pakistan. **Journal of Medicinal Plants Research**. v. 5, n. 7, p. 1072-1086, 2011.

NAGULENDRAN, K.R., S. VELAVAN, R. MAHESH, S.V.R. & HAZEENA BEGUM, V.H. *In vitro* antioxidant activity and total polyphenolic and content of *Cyperus rotundus* Rhizomes. **E-Journal of Chemistry**. v. 4, n. 3, p. 440-445.

NUTRIÇÃO EM FOCO. **Euterpe oleracea**. Disponível em: <http://www.nutricaoemfoco.com.br/pt-br/site.php?secao=alimentos-A&pub=2408>. Acesso em: 27 de julho, 2012.

ODÉN, P. C.; KARLSSON, G.; EINARSSON, R. Demonstration of superoxide dismutase enzymes in extracts of pollen and anther of *Zea mays* and in two related products, Baxtin and Polbax. **Grana**, v.3, p.76-80, 1992.

OHNO, S. *et al.* A species selective allelopathic substance from germinating sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds. **Phytochemistry**. v. 56, p. 577-581, 2001.

ORHAN; OZCELİK; ŞENER. Evaluation of antibacterial, antifungal, antiviral, and antioxidant potentials of some edible oils and their fatty acid profiles. **Turk Journal Biology**. v.35, p. 251-258, 2011.

PAGE, J.E.; MADRINAN, S.; TOWERS, G. H. N. Identification of plant growth inhibiting iridoid lactone from *Duroia hirsuta*, the allelopathic tree of the "Devil's Garden". **Experientia**. v. 50, n. 9, p. 840-842, 1994.

PALM & CYACAD SOCIETIES OF AUSTRALIA. **Palms. *Euterpe oleracea***. Disponível em: <http://www.pacsoa.org.au/palms/Euterpe/oleracea.html>. Acesso em 15 de julho, 2012

PASCHECO-PALENCIA, L. *et al.* Absorption and biological activity of phytochemical-rich extracts from Açaí (*Euterpe oleracea* Martius) pulp and oil in vitro. **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v. 56, p. 3593-3600, 2008.

PACHECO-PALENCIA, L.A.; Talcott, S.T. Chemical stability of açai fruit (*Euterpe oleracea* Martius) anthocyanins as influenced by naturally occurring and externally added polyphenolic cofactors in model systems. **Food Chemistry**. v. 118, p. 17-25, 2010

PASSAMANI, M.; DALMASCHI, J.; LOPES, S.A. Mamíferos não-voadores em áreas com predomínio de Mata Atlântica da Samarco Mineração S.A., município de Anchieta, Espírito Santo. **Biotemas**. v. 18, n. 1, p. 135 - 149, 2005.

PEREIRA, N. P. **Estudo fitoquímico do óleo da semente de *Camomilla recutita* (L.) Rauschert, com avaliação de propriedades físico-químicas, biológicas e funcionais em emulsões**. 2008. 192f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Paraná.

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. S. Massa específica de polpa açaí em função do teor de sólidos totais e da temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.6, n.3, p.526-530, 2002.

PEREIRA, B.F.; SBRISSIA, A.F. & SERRAT, B.M. Alelopatia intra-específica de extratos aquosos de folhas e raízes de alfafa na germinação e no crescimento inicial de plântulas de dois materiais de alfafa: crioulo e melhorado. **Ciência Rural**. v. 38, p. 561-564, 2008.

PIETRZYCKA, A. *et al.* Effect of vita glucan on some antioxidant parameters of the human blood. *In vitro* study. **Acta Poloniae Pharmaceutica**. v. 63, n. 6 p. 547- 551, 2006.

PINTO, AC. *et al.* Produtos naturais: atualidades, desafios e perspectivas. **Química Nova**. v. 25, p. 45-61, 2002

PINTO, L.P. *et al.* Mata Atlântica Brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um *hotspot* mundial. **Biologia da Conservação: essências**. São Carlos: 2006, p. 91-118.

POMPEU, D.R., SILVA, E.M. & ROGEEZ, H. Optimisation of the solvent extraction of phenolic antioxidants from fruits of *Euterpe oleracea* using response surface methodology. **Bioresource Technology**. v. 1000, p. 6076-6082, 2009.

POZO-INSFRAN, D. D.; BRENES, C.H. & TALCOTT S. Phytochemical composition and pigment stability of açai (*Euterpe oleracea* Martius). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 52, p. 1539-1545, 2004.

POWERS, S.K. *et al.*. Dietary antioxidants and exercise. **Journal of Sports Sciences**. v. 22, p. 81–94, 2004.

PRASAD, A.S. Clinical, immunological, anti-inflammatory and antioxidant roles of zinc. **Experimental Gerontology**. v. 43, n. 5, p. 370-377, 2008.

PROSKY, L.A. *et. al.* Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. **J. Assoc. Off. Anal. Chem.**, v. 71, n. 5, p. 1017-1023, 1988.

PUTTER, J., Peroxidase. In: BERGMAYER, H. U. (ed.). **Methods of Enzymatic Analysis**. Verlag Chemie: Weinhan, 1974. p.685-690.

RAMALHO, V.C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Quím. Nova**. v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RAMAMOORTHY, M.; PALIWAL, K. Allelopathic compounds in leaves of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. and its effect on *Sorghum vulgare* L. **Journal Chemical Ecology**. v.19, n. 8, 1993.

RAYMAN, M.P. The importance of selenium to human health. **Lancet**. v. 15, n. 356, p. 233-241, 2000.

RAYMUNDO, M.S.; HORTA, P.; FETT, R. Atividade antioxidante *in vitro* de algumas algas verdes (Chlorophyta) do litoral catarinense (Brasil). **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 40, n. 4, p. 495-503, 2004.

REITZ, P.R. **Flora Ilustrada Catarinense. Palmeiras**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1974. p. 99.

RIEDLE-BAUER, M. Role of Reactive Oxygen Species and Antioxidant Enzymes in Systemic Virus Infections of Plants. **Journal of Phytopathology**. v. 148, n. 5, p. 297-302, 2000.

RODRIGUES, A.S. & DURIGAN, M.E. **O agronegócio do palmito no Brasil**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná. 2007, 131 p.

RODRIGUES, I.M.C. *et al.* Prospecção química de compostos produzidos por *Senna alata* com atividade alelopática. **Planta Daninha**. v. 28, n. 1, p. 1-12, 2010.

ROCHA, A.P.M. *et al.* Endothelium-dependent vasodilator effect of *Euterpe oleracea* Martius (Açaí) extracts in mesenteric vascular bed the rat. **Vascular Pharmacology**. v. 46, p. 97-104, 2007

ROSSO, V.V. *et al.* Determination of anthocyanins from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) and açaí (*Euterpe oleracea* Martius) by HPLC–PDA–MS/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 21, n. 4, p. 291-299, 2008.

ROVER JÚNIOR, L., *et al.* Sistema antioxidante envolvendo o ciclo metabólico da glutatona associado a métodos eletroanalíticos na avaliação do estresse oxidativo. **Química Nova**. v. 24, n. 1, p.112-119, 2001.

RUCH, R. J.; CHENG, S. J.; KLAUNIG, J. E. Prevention of cytotoxicity and inhibition of intracellular communication by antioxidant catechins isolated from chinese green tea. **Carcinogenesis**. V. 10, p.1003–1008, 1989.

RUFINO, M.S.M. *et al.* Açaí (*Euterpe oleraceae*) ‘BRS Pará’: A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. **Food Research International**. v. 44, p. 2100–2106, 2011.

SALDANHA, C.W. **Conservação in vitro de Euterpe edulis Martius**. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado em Geomática)- Universidade Federal de Santa Maria.

SÁNCHEZ, E. *et al.* Phenolic compounds and oxidative metabolism in green bean plants under nitrogen toxicity. **Australian Journal of Plant Physiology**. v. 27, p. 973-978, 2000.

SANTOS, G.M. *et al.* Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Martius.) **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. v.58, n. 2, p. 187-192, 2008.

SAMPAIO, L.C. *et al.* Análise técnica e econômica da produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) e de palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae* Wendl. & Drude). **Floresta e Ambiente**. v.14, n.1, p. 14 - 24, 2007.

SCHAUSS, A. G. *et al.* Phytochemical and Nutrient Composition of the Freeze-Dried Amazonian Palm Berry, *Euterpe oleraceae* Martius (Acai). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 54, n. 22, p. 8598- 8603, 2006.

SCHAUSS, A.G. *et al.* Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleraceae* Martius (acai). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 54, n. 22, p. 8604-10, Nov 1, 2006.

- SCHULZ, M. *et al.*. Allelopathic effects of living quack grass (*Agropyron repens* L.), identification of inhibitory allelochemicals exuded from rhizome borne roots. **Angewandte Botanik**. v. 68, n 5/6, p. 195-200, 1994.
- SIES, H; STAHL, W. Vitamins E and C, β -carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 62, p. 1315S-3215, 1995.
- SIES, H.; STAHL, W.; SEVANIAN A. Nutritional, dietary and postprandial oxidative stress. **Journal of Nutrition**. v. 135, p. 969-972, 2005.
- SILVA, F.A. M; BORGES, M.F. M; FERREIRA, M.A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**. V. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.
- SILVA, D.R.B; MIRANDA JÚNIOR, P.F.; SOARES, E.A. A importância dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa na gestação e lactação. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**. v. 7, n. 2, p. 123-133, 2007.
- SILVA, B.B. Composição química e atividade alelopática do óleo volátil de *Hydrocotyle bonariensis* lam (Araliaceae). **Química Nova**. v 32, n. 9, p 2373-2376, 2009.
- SILVEIRA, et al. Atividade antimicrobiana dos frutos de *Syagrus oleracea* e *Mauritia vinifera*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.15, n.2, p. 143-148, 2005.
- SIQUEIRA, J. M. DE; BOMM, M. D.; PEREIRA, N. F. G. Estudo fitoquímico de *Unonopsis lindmanii* – Annonaceae, biomonitoramento pelo ensaio de toxicidade sobre *Artemia salina*. **Química Nova**. v. 21, n. 5, p. 557-559, 1998
- SIMÕES, K. *et al.* Catechin fitotóxico lixiviado pelas sementes da erva daninha Tropical *Sesbania virgata*. **Journal of Chemical Ecology**.v. 5, p. 681-687, 2008.
- SIMOPOULOS, A.P. The Importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Experimental Biology and Medicine**. v. 233, p. 674-688, 2008.
- SINGH, R.P; SHARAD, S.; KAPUR, S. Free radicals and oxidative stress in neurodegenerative diseases: Relevance of dietary antioxidants. **Journal, Indian Academy of Clinical Medicine**. v.5, n.3, p. 218-25, 2004.
- SHAHIDI, F.; JANITHA, P.K.; WANASUNDARA, P.D. Phenolic antioxidants. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 32, n.1., p. 67-103.
- SLIVA, M.G. et al. Vitamin D in infant formula and enteral products by liquid chromatography: collaborative study. **Journal AOAC International**. v. 79, n. 1, p. 73-80, 1996.

SOARES, A.M.S. & MACHADO, O.L.T. Defesa de plantas: sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica**. v. 1, n. 1 p.9 -18, 2007.

SOARES, S.E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**. v. 15, n.1, p. 71-81, 2002.

SOUZA, A.C.S. *et al.* Riboflavina: uma vitamina multifuncional. **Química Nova**. v. 28, n. 5, p. 887-891, 2005.

SOUZA, A.P.S. F.; DUARTE, M.L.R. Atividade alelopática do filtrado de cultura produzido por *Fusarium solani*. **Planta daninha**, v. 25, n.1, p.227-230, 2007.

SOUZA, M.A. *et al.* Diet supplementation with acai (*Euterpe oleracea* Martius) pulp improves biomarkers of oxidative stress and the serum lipid profile in rats. **Nutrition**. v. 26, p. 804–810, 2010.

SOUZA, S.A.M. *et al.* Utilização de sementes de alface e de rúcula como ensaios biológicos para a avaliação do efeito de extratos aquosos de plantas medicinais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 5, n. 1, 2005.

STEPONKUS, P. L.; LANPHEAR, F. O. Refinement of the triphenyl tetrazolium chloride method of determining cold injury. **Journal of Plant Physiology**. v.42, n.1, p.1423-1426, 1967.

STEVENSON, D.E.; HURST, R.D. Polyphenolic phytochemicals – just antioxidant or much more? **Cellular and Molecular Life Sciences**. v. 64, p. 29000-2916, 2007.

SUN, X. *et al.* Açai palm fruit (*Euterpe oleracea* Martius) pulp improves survival of flies on a high fat diet. **Experimental Gerontology**. v. 45, p. 243-251, 2010.

SUZUKI, M. *et al.* An allelopathic polyunsaturated fatty acid from red algae. **Phytochemistry**. v. 43, n. 1, p. 63-65, 1996.

TABARELLI, M. *et al.* Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**. V 1, p. 132-138, 2005.

TAKAHASHI, Y. *et al.* Isolation and identification of phenolic compounds in the shoot of *Lolium perenne* L. **Chugoku Natl. Agric. Exp. Stn.**. v. 38, n. 2, p. 226-233, 1992.

TAKAHASHI, Y.; OTANIS, I.; HAGINO, K. Studies on allelopathic interactions among some grassland species. **Nippon Sochi Gakkaish**. v. 39, n. 2, p. 236-245, 1993.

TURKER, G. *et al.* Free radical scavenging activity and phenolic content of edible wild fruits from Kazdagi (Ida Mountains), Turkey. **Journal of Medicinal Plants Research**. v. 6, n. 36, p. 4989-4994, 2012.

TUROLLA, M.S.R & NASCIMENTO, E.S. Informações toxicológicas de alguns fitoterápicos utilizados no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 42, n. 2, p. 289-306, 2006.

VANDERHAESEN, B. et al. The chemistry of beer aging - a critical review. **Food Chemistry**. v. 95, n. 3, p. 357-381, 2006.

VASCONCELOS, S.M.L. *et al.*. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química Nova**. v. 30, n. 5, p. 1323-1338, 2007

VIECELLI, C. A. *et al.* Indução de resistência em feijoeiro a mancha angular por extratos de micélio de *Pycnopus sanguineus*. **Summa Phytopathology**, v.36, n.1, p.73-80, 2010.

WALLER, G. R.; JURZYSTA, M.; THORNE, R. L. Z. Allelopathic activity of root saponins from alfalfa (*Medicago sativa* L.) on weeds and wheat. **Bol. Bull. Acad. Sin.**. v. 34, m. 1, p. 1-11, 1993.

YAMADA, K.; ANAI, T.; HASEGAWA. Lepidimoide allelopathic substance in exudates from germinated seeds. **Phytochemistry**. v. 9, n. 5, p. 1031-1032, 1995.

YAMAMOTO, T. *et al.*. Allelopathic substance exuded from a serious weed, germinating barnyard grass (*Echinochloa crus-galei*). **Journal Plant Growth Regulation**. v. 18, n. 2, p. 65-67, 1999.

YAMANE, A. *et al.*. Isothiocyanates as allelopathic compounds from *Rorippa indica* Hiern (Cruciferae) roots. **Journal Chemical Ecology**. v. 18, n. 11, p. 1941-1954, 1992.

YILMAZ, Y. Novel uses of catechins in foods. **Trends in food science & technology**. v. 17, n. 2, p. 64-71, 2006.

YU, J.Q. Effects of root exudates and aqueous root extracts of cucumber (*Cucumis sativus*) and allelochemicals, on photosynthesis and antioxidant enzymes in cucumber. **Biochemical Systematics and Ecology**. v. 31, p. 129-139, 2003.

YUNES, A. R.; CALIXTO, J. B. **Plantas Medicinais sobre a ótica da moderna química medicinal**. Chapecó: Argos, 2001, 500 p.

YUYAMA, L., K., O. *et al.* Açaí como fonte de ferro: mito ou realidade? **Acta Amazônica**. v. 32, n. 3, p. 521-525, 2002.

VIEGAS, C.; BOLZANI, V.S.; BARREIRO, E.J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**. v. 29, n. 2, p. 326-337, 2006.

VIERA, A.R. **Plantando cidadania: guia do educador ambiental** / Fundação SOS Mata Atlântica. 2010, 140 p.

XIE, C. *et al.* Açaí juice attenuates atherosclerosis in ApoE deficient mice through antioxidant and anti-inflammatory activities. **Atherosclerosis**. v. 216, p. 327– 333, 2011.
ZAHAR, M., SMITH, D.E. Vitamin A quantification in fluid dairy products: rapid method for vitamin A extraction for High performance liquid chromatography. **Journal Dairy Science**. v. 73, n. 12, p. 3402-7, 1990.

ZHEN, R. *et al.* Isolation and identification of allelopathic compounds in the volatile oil. **The Chinese Academy of Sciences**. v. 22, n. 3, p. 311-314, 1996.

ZHU, H; MALLIK, A.U. Interactions between *Kalmia* and black spruce: isolation and identification of allelopathic compounds. **Journal Chemical. Ecology**. v. 20, n. 2, p. 407-421, 1994.

GLOSSÁRIO

Bainha: dilatação do pecíolo, serve para prender a folha ao caule.

Bráctea: folha modificada que acompanha as flores com função de proteção ou atração.

Drupa: fruto carnoso que contém uma única semente protegida por um caroço duro.

Endosperma: constitui o tecido da semente, que serve como fonte de alimento para o desenvolvimento do embrião e/ou plântula, podendo também exercer função de proteção do embrião permanecendo ao seu redor.

Endosperma não ruminado: é aquele em que não há projeções do tegumento para o interior do tecido nutritivo (zonas claras e escuras).

Estipe: caule comprido, quase cilíndrico, geralmente sem ramificações, de certas árvores como a palmeira.

Estuário: é a parte terminal de um rio ou lagoa que se encontra em contato com o mar, sofrendo influência das marés e descargas de água doce de terra, possuindo água com mais sais dissolvidos que a água doce e em menor quantidade de sais que a água do mar.

Espádice: inflorescência constituída de uma espiga envolvida numa bráctea chamada espata.

Folhas alternas quando só há uma folha em cada nó no caule.

Folhas pinadas: quando a lâmina foliar é dividida em pinas.

Hipocótilo: parte do embrião de sementes localizado entre a inserção dos cotilédones e a extremidade superior da radícula.

Hotspot mundial: é toda área prioritária para conservação, isto é, de alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau. É considerada Hotspot uma área com pelo menos 1.500 espécies endêmicas (não são encontradas em nenhum outro local) de plantas e que tenha perdido mais de 3/4 de sua vegetação original.

Igapós: área da Floresta Amazônica que se mantém alagada, mesmo após as chuvas ou as cheias dos rios.

Pericarpo: parte do fruto (parede) que envolve a semente; provém da parede do ovário.

Náuplio: é o estágio larvar, típico da maioria dos crustáceos aquáticos.

Radícula: parte do embrião de sementes que dá origem à raiz primária durante a germinação.

Várzea: é uma vegetação alagada durante o período das enchentes, devido a sua localização nas bordas de rios.